

2003 7

海外電気通信

OVERSEAS TELECOMMUNICATIONS JOURNAL

□米国における免許不要の無線技術の市場動向と
制度的枠組み

<レポート>

免許不要の無線機器と規制問題に関するワーキング
ペーパー

<解説>

規制緩和がもたらすのはビジネス・チャンスか?
リスクか?

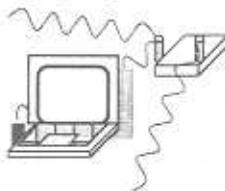
ワールド・ダイジェスト

○米国のメディア所有規制緩和

☆今月のテーマ☆

米国／ワイヤレス ⇒ ■米国における免許不要の無線技術の市場動向と制度的 枠組み	7
米国で免許不要の無線機器の利用が急速に伸びている。免許不要無線機器の歴史、利用、市場、規制についてまとめた米連邦通信委員会ワーキングペーパー概要とあわせて、規制緩和がもたらすビジネス・チャンスとリスクについて解説する。	
<u>ワールド・ダイジェスト</u>	
米国／メディア ⇒ ●米国のメディア所有規制緩和	52

米国における免許不要の無線技術の 市場動向と制度的枠組み



米国の連邦通信委員会（Federal Communications Commission : FCC）は、2003年5月21日、「Unlicensed and Unshackled: A Joint OSP-OET White Paper on Unlicensed Devices and Their Regulatory Issues」というタイトルの報告書を発表した。この報告書は、FCCの戦略計画・政策分析室（Office of Strategic Planning and Policy Analysis ; OSP）の Kenneth R. Carter 氏、並びに、工学・技術室（Office of Engineering Technology : OET）の Ahmed Lahjouji 氏及び Neal McNeil 氏の3人が共同執筆したワーキング・ペーパーで、免許不要の無線機器の技術特性、市場動向、規制枠組みについて紹介、分析し、免許不要の電波利用をめぐる今後の規制制度のあり方について提言している。

本誌では、第1部として「免許不要の無線機器と規制問題に関するワーキング・ペーパー」と題してこの報告書の要旨及び第1章から第4章までを抄訳の形で紹介するとともに、第2部として「規制緩和がもたらすのはビジネス・チャンスか、リスクか？」と題して、わが国の同分野の政策動向にも留意しながら、免許不要の電波利用の光と影について考察する。なお、報告書の原文は、以下の FCC のウェブサイトより入手可能である。

> http://hraunfoss.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/DOC-234741A1.doc

目次

第1部 「免許不要の無線機器と規制問題に関するワーキング・ペーパー」(FCC 報告書)

要 旨

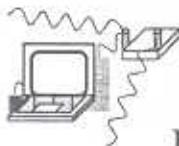
- I. イントロダクション
- II. 免許不要の無線機器とは？－無線機器の分類－ →抄訳による紹介部分
- III. 免許不要の無線機器の市場
- IV. 潜在的な規制問題
- V. 要約

Appendix A 免許不要の無線機器に関する技術

Appendix B 免許不要の無線周波数に関する用語集

第2部 「規制緩和がもたらすのはビジネス・チャンスか、リスクか？」

免許不要の無線機器と規制問題に関する



ワーキング・ペーパー

FCC 戦略計画・政策分析室、工学・技術室

(財団法人 国際通信経済研究所 情報通信研究部

湧口 清隆 [ゆぐち きよたか]、岩田 夏季 [いわた なつき] 訳

要 目

この報告書は、免許不要の無線機器 (unlicensed wireless devices) について、その起源、規制、現在の技術の状況、市場の概観を、公表されているデータに基づき総括する。締めくくりとして、このダイナミックな成長分野に関する規制問題を取り上げる。免許不要技術により実現する各種アプリケーションは米国人に多くのものを約束するが、FCC は引き続き、免許不要機器を規制上どのように取り扱うのかについて検討をしていく必要がある。

免許不要の無線機器は、個別の認可や登録、免許取得の必要なしに、電波エネルギー (radio frequency energy) を発することを認められている。免許不要機器の起源は、1938 年に FCC が初めて許容ベースで無線機器を許可した時点に遡ることが可能である。今日、極めて多くの免許不要機器が使用されている。急速な技術進歩、起業家精神、自由化政策に後押しされて、産業、医療、政府機関、国防、そして家庭において数多くの重要な利用法が出現している。

免許不要の無線機器市場はかつてない勢いで成長しつつあるが、このことは米国の通

信・技術分野が深刻な落ち込み傾向を示している中で注目に値することである。これまでこの市場の主要分野であったコードレス電話は 1997 年に有線電話を越え 2002 年には 16 億 5,300 万ドルの売上げを記録しているが、現在、ワイヤレス・ネットワーキング機器にその地位を譲りつつある。ワイヤレス・ネットワーキング機器の売上げは 2000 年以降、年間 2 倍の伸びを示し、2003 年には 23 億ドルに達すると見込まれる。これは商用の無線ネットワーク及びサービスを除いた数値である。この報告書では、これら 2 大サービスに加え、2003 年に市場規模が 12 億ドルに達すると予想される無線周波数認証 (Radio Frequency Identification : RFID) などの重要な市場分野についても取り上げる。

免許不要機器は、公共の利益や利便を増進し、有線技術ではできないアプリケーションを実現し、免許手続きによる電波権 (spectrum rights) を確保する必要もない。しかし、十分に検討され、将来を見据えたアプローチによる政策改革なしには、これらの約束された利益の実現が遅れたり、実現しないままに終わったりする可能性がある。関係

する問題の複雑性を考慮すると、FCCは、現実的で厳格に執行可能で、干渉という基本的問題に対して最大限の効用を達成する明確なルールを広めなければならない。それ故、免許不要周波数の拡大、無線周波数の効率的利

用と共用を実現する技術的かつ市場主導型のソリューションを促すルールづくりといった効果的な政策改革が必要とされる。そのためには、FCCは競合する利害のバランスに留意し、参入障壁を低く保たなければならぬ。

I. イントロダクション

急速な技術進歩、起業家精神の高まり、通信政策の自由化の結果、免許不要の無線通信機器の市場はかつてない急成長を遂げた。免許不要の無線機器は、電波エネルギーを発することが許可されているものの、登録や免許取得を通じた特定の機器認可又は従事者資格を必要としない。この分野の通信は絶えず変化し続けてきた。近年では、これらの無線機器は日常生活における多様な利用に応じて多

岐にわたっており、産業部門、政府部門そして家庭内のあらゆる分野に見ることができる。

この報告書では、免許不要技術の源泉とその規制の概要を示すとともに技術的現状を述べ、これらの機器の市場を再検討する。今回の取組みは、政策策定者たちが「FCC 規則」第 15 部 ("FCC rules" Part 15) の重要な含意を理解し、将来の行動及び規制を計画するための一助となることを目的としている。

II. 免許不要の無線機器とは？－無線機器の分類－

A. 概観

免許不要の機器を説明するためには、免許不要の機器が何かというよりも、免許が必要な機器は何かという観点から説明した方が一般的に簡単である。そこで、まず、免許が必要な機器及びサービスについて、その主たる特徴を明らかにしたい。

免許が必要なサービスの第 1 の例はテレビジョン放送である。有害な干渉 (harmful interference) を防ぐため、FCC は事業者に対し、割り当てられた周波数帯において特定の場所で特定の出力を用いて放送することを許可する免許を付与する。これらの免許は通常、これらのすべての次元に関して排他的であり、一定の期間にわたり継続する。そのた

め、免許人は、免許を受けた事業地域内で正常な運用を妨げられるような有害な干渉を受けないことを期待できる。免許人に認められる保護の程度はサービスごとに異なっている。

それに対し、免許不要の機器は、運用が認められた周波数帯においてさえも、何ら排他性を有していない。「FCC 規則」第 15 部は、FCC の免許を受けることなく、認可済みの低出力無線機器 (radio frequency [RF] devices) の運用を許可している (『連邦規則集』[Code of Federal Regulation : CFR] 第 47 編第 2 章第 J 部及び第 15.1 章以下を参照)。『FCC 規則』第 15 部に含まれる技術基準は、これらの免許不要の機器が有害な干渉を他の電波利用者に発生させる可能性を小さくする

ように設計されている（「FCC 規則」第 15 部には、無線機器の運用者は外部からもたらされるどんな干渉をも受忍し、発生するどんな干渉をも是正しなければならないと定められている。したがって、「FCC 規則」第 15 部規定の無線システムが干渉の発生源となっている場合には、是正措置としてその運用を停止することが求められたとしても、運用者は直ちにこれに応じ、干渉問題を是正しなければならない）。「FCC 規則」第 15 部の規定は、一般的な放射限界値 (emission limits) の下で、あるいはいくつかの周波数帯ではより高い放射レベルを許容する規定の下で、無線機器の運用が許可されている。一般的にこれらの無線送信機器 (radio transmitters) は、電波天文や衛星からのダウン・リンク、野生生物追跡システムのように極端に低レベルの信号を拾うために用いられるいくつかの周波数帯や、制限周波数帯として指定された安全関係周波数帯での利用は許可されていない。

「FCC 規則」第 15 部規定の無線送信機器からの漏洩送信 (out-of-band emissions) やスプurious 送信 (spurious emissions) だけが許されているにすぎない。干渉受忍ベースでの運用と引換えに、免許不要の機器は、免許付与に伴って生じる運用開始までの時差とは無縁であり、さらに特典として無料で電波を利用できる。

消費者も、低成本、運用のための免許が不要という手軽さ、さらにはより速い開発サイクルの恩恵を受けている。免許取得に伴って生ずる時差とは無縁のため、免許不要の機器はしばしば個別のニーズを満たすように設計され、素早く市場に導入され得る。免許不要の機器による電波利用の可能性は、様々な

アプリケーションを生み出してきた。いまやこの成長する巨大市場には、リモコン玩具やコードレス電話からコンピュータの無線ネットワークや在庫管理システムまで、多岐の機器が包み込まれている。

「FCC 規則」第 15 部に規定される無線送信機器

- 一般的な小電力機器（例：乳児監視、車庫シャッター開閉器、玩具用ワイヤレス・マイク）
- スペクトル拡散機器（例：新型コードレス電話）及びデジタル変調機器
- 免許不要のパーソナル通信サービス（デジタル変調技術を使用、例：無線構内交換機 [PBX] システム）
- 免許不要の全米情報インフラ機器（例：無線 LAN）
- 超広帯域機器（例：地中透視型レーダー、透視映像、高速データ通信）

B. 免許不要の機器に関する規則

1. 歴史

1920 年代の大混乱： 1920 年代、誰でも自由に無線通信を行うことができた。その結果、近接する場所で運用される送信機間で常に混信が生じ、誰に対しても信頼できる通信が保証されないという大混乱が生じていた。1930 年代初めには、無線の販売と利用は急速に落ち込み、この大混乱の結果生じた「市場の失敗」が今日の規制環境を形づくことになった。米国議会は、「1934 年通信法」を成立させ、全米各州、コロンビア特別区及び米国の占領地域における無線通信を規制するために FCC を創設した。伝統的に、FCC は

免許を取得したサービス供給者に個別の周波数帯を配分することによって無線周波数へのアクセスを管理してきた。

1938年に導入された免許不要の枠組み： FCCは、有害な干渉なく運用されることを期待して、1938年に初めて免許不要の無線機器の販売と運用を認めた。その条件は、無線機器が特定の最大電界強度（運用周波数の波長を2で割った距離において $15\mu\text{V}/\text{m}$ ）を超える電波エネルギーを放射してはならないというものであった。当時の典型的な該当機器は、無線レコード・プレーヤー、制御機器などである。

免許不要の機器の制度が最初に導入された時点では、該当する機器の大半は中波及び短波帯で運用されるように設計されていたために、「FCC 規則」の遵守は比較的容易であった。しかし、より高い周波数帯で運用される新製品が設計されるようになると、周波数が高くなるにつれて信号の伝搬距離が短くなることから、機器製造者がこの初期基準を遵守しながら便利な機器を設計することは次第に難しくなってきた。そのため、認可された無線サービスに有害な干渉をもたらさない限り、より高い周波数帯ではより高い出力での免許不要の無線運用を認めるように、FCCは時代とともに「FCC 規則」第15部を修正し、免許不要の機器の範囲を拡大してきた。

アプリケーションの拡大： 1960年代から1970年代を通じて、ワイヤレス・マイク、無線標定システム、ガレージ開閉装置、VCRなどのテレビジョン・インターフェース機器、万引き防止システム、音声アシスト用無線電話、アラーム装置及びコードレス電話などの新しい無線機器の運用が、「FCC 規則」第15部

の規定の下で認められた。

スペクトル拡散とその他の変化： 1985年、FCCは「FCC 規則」第15部の規則の適用範囲を拡大し、900MHz～928MHz帯、2400MHz～2483.5MHz帯及び5725MHz～5850MHz帯における低出力、免許不要のスペクトル拡散システムもその中に加えられた。1940年代に軍事用アプリケーションとして発展したスペクトル拡散技術は、干渉に強く、通信が遮断される確率が低いことが特徴になっている。これらの特徴が、他の無線機器に干渉を起こしにくい性質と併せて、消費者向けにサービスを提供する電波利用者をスペクトル拡散システムに引き付ける要因になっている。

1980年代末に入り、「FCC 規則」で定められた周波数帯よりさらに高い周波数で運用される機器の導入が技術的に可能になると、一般的な電界強度制限は再び制約の大きいものになってきた。新たな規則制定を求める声に対応して、FCCは「FCC 規則」第15部に規定される機器の運用に関する技術規定及び管理規定を一括して見直した。この見直しにあたり、FCCは様々な周波数帯での送信制限を標準化し、最大送信制限を定めた多数の一般利用周波数帯を策定した。

この見直しはまた、新たな機器が導入される都度その場限りの見直しを実施してきた「FCC 規則」第15部の構造にもメスを入れることになった。

第1に、免許不要機器の区分を見直し、次の3区分に整理した。

- ・ 意図せざる電波エネルギーを送出する機器 (Unintentional Radiators)：機器の内部に向けて電波エネルギーを発生させ

る機器、及び、空中に電波エネルギーを送出する意図がないにもかかわらず有線を経由して関係機器に電波信号を送出してしまう機器。コンピュータの CPU ボードや電源供給装置がその一例である。

- 付帯的に電波エネルギーを送出する機器 (Incidental Radiators) : 意図的に電波エネルギーを発生させるように設計されてはいないが、機器の運用中、電波エネルギーを発生させる機器。電気モータがその一例である。
- 意図的に電波エネルギーを送出する機器 (無線機器) (Intentional Radiators) : 発射や電磁誘導によって意図的に電波を発生させ、送出する機器。

第2に、特に禁止されない限りどの周波数帯においても著しく微弱の電波しか発射しない無線機器の運用を許可するという一般区分が設定された。運用によって有害な干渉が発生しないと見込まれる場合には、FCC はいくつかの周波数帯でより強力な送信も許可するようになった。この見直し以降、FCC は技術進歩に応じて頻繁に「FCC 規則」第 15 部の規則を修正し続けている。

免許不要のパーソナル通信サービス (U-PCS) : 1993 年、FCC は初めて U-PCS 機器を 1910 MHz~1920MHz (高速データ通信)、1920 MHz~1930MHz (音声のみ、無線 PBX システムのようなオフィス内無線電話システム)、2390 MHz~2400MHz (高速データ通信) で使うことを許可した。

ミリ波技術 : 1995 年、FCC は 59~64GHz 帯を免許不要の機器に開放した。その後、2GHz 追加され、免許不要の機器が使える帯域は 57 GHz~64GHz 帯に拡大された。

この帯域 (ミリ波帯) は、物理的にも技術的にも免許サービスへの干渉の可能性が限られているという特徴を持っている。コンピュータ間の無線通信のような新しいブロードバンド向けアプリケーションへの利用が期待されている。

免許不要の全米情報インフラ (U-NII) の導入 : 1997 年、FCC は「FCC 規則」第 15 部を修正し、5GHz 帯 (5.15GHz~5.35GHz、5.725GHz~5.825GHz) での免許不要の全米情報インフラの運用を規定した。この中には、公衆交換ネットワーク、ラジオ及びテレビジョン・ネットワーク、専用通信ネットワークなどが含まれている。FCC は、この周波数帯の開放を通じて、免許不要の広帯域運用のために追加的な周波数帯を用意することが、極めて多くの医療、教育、ビジネス及び産業用電波利用者に便益を与えると結論付けた。U-NII 機器はスペクトル拡散機器と類似したデジタル変調技術を用いており、無線 LAN のような短距離高速デジタル無線通信を提供することが意図されていた。しかし、指向性のある高利得アンテナと組み合わせることにより、U-NII 機器は 1km を超える固定回線にも利用されるかもしれない。

なお、5GHz 帯は欧州でも HyperLAN2 帯と呼ばれ、免許不要ベースで用いられているが、欧州では 5.15GHz~5.25GHz 及び 5.470GHz~5.725GHz で、米国と周波数帯が異なっていることから、Wi-Fi Alliance (旧 Wireless Ethernet Compatibility Alliance) は FCC に対し、米国でも 5.470GHz~5.725GHz での Wi-Fi 機器の運用を認めるよう 「FCC 規則」 の変更を請願している。最近、国防総省、商務省電気通信情報庁

(National Telecommunications and Information Administration : NTIA) 及び FCC の間で、免許不要の機器とレーダーとの間で周波数共用に関する合意が成立したことから、Wi-Fi Alliance の要望の実現に向けて一歩近づいたことになる。

超広帯域無線 (Ultra-Wideband : UWB)への道筋： 2002 年 2 月、UWB 技術を用いる機器の利用を認める命令 (Order) を採択した。UWB 機器は、時には数 GHz にも及ぶ広い周波数帯にエネルギーを拡散させたごく小さいパルスを利用して運用される。そのため、これらの機器は極めて広範な要免許機器や連邦政府の無線サービスと無線周波数を共用しなければならない。そこで、UWB 命令は、UWB 機器がこれらの無線周波数の 1 次利用者に干渉を及ぼすことなく運用できるように、現実的な技術基準や発射制約を定めた。NTIA が GPS (Global Positioning Systems) など既存の連邦政府の電波利用に対する干渉保護のために必要とする制約に大方基づき、FCC は極めて保守的な基準を採択している。そこでは、FCC は、以下の 3 つの UWB アプリケーションに関して、それぞれ異なる技術基準及び運用制限を策定した。

- ・ 地中レーダー (Ground Penetration Radars : GPR) を含む画像システム、壁面透視、医療画像、及び、監視機器
- ・ 車両レーダー・システム
- ・ 通信及び測定システム

2. 現在の問題

70 GHz、80 GHz、90GHz： 現在、FCC は、将来の需要予測に基づき、71 GHz～76GHz 帯、81 GHz～86GHz 帯及び 92 GHz～95GHz 帯での商業利用の発展を促進する

ための手続きを進めている。FCC が 2002 年 6 月に採択した規則制定告示では、とくに 92 GHz～95GHz 帯の免許不要の利用を提案し、当該周波数帯での免許不要の運用基準を示唆した。また、71 GHz～76GHz 帯及び 81 GHz～86GHz 帯については特定の規則を提案していないが、告示はこれらの周波数を免許不要の機器の運用に提供することについてコメントを求めている。これらの周波数帯にはこれまで政府以外の利用者がいなかったことから、とくに新しい高速回線を構築しようとしている企業にとって魅力的な帯域となるかもしれない。コメントを整理すると、これらの帯域は高速無線 LAN、インターネット向けプロードバンド・アクセス・システム、P to P 又は P to Multipoint の通信システムなどに用いられるようである。これらのシステムには、有害な干渉を発生させたり受けたりするリスクなしに送受信機を近接して配置することが可能なより高い周波数帯が望ましい。

FCC は、これらの新しい周波数帯の革新的な利用を促し、通信サービス市場、機器市場及び関連市場における競争を一層促進するような柔軟で簡素化された規制枠組みを探求している。これらの周波数帯の利用は、連邦政府とそれ以外の利用者との間の周波数共用の可能性を高め、軍事、科学分野で発展してきた技術の民生用製品及び民生サービスにおける広範な利用を一層刺激するものになるであろう。

電波政策タスク・フォース： 無線周波数へのアクセス確保に向けた FCC の最近の努力として、FCC が 2002 年 6 月に電波政策タスク・フォースを創設したことが挙げられる。タスク・フォースは FCC のいくつかの局・

室から集められた上級職員 (senior staff members) によって構成されており、彼らは電波利用から得られる公共の利益を増加させる可能性のある技術進歩を反映させるために必要な電波政策の変革を明らかにし、評価することを求められている。2002年11月には、タスク・フォースは、特定の周波数帯が多用されている一方で、多くの周波数帯は地理的、時間的に十分に利用されていないという知見をまとめ、このように限定的にしか無線周波数にアクセスされていないことが無線周波数の物理的な稀少性以上に重要な問題であるという結論を報告した（詳細は、「海外電気通信」2003年2月号、p.7～、「新しい電波政策に向けた英米の動向」を参照）。タスク・フォースは FCC に対し、伝統的な「コマンド&コントロール」モデルからより市場指向型のアプローチへ政策を進展させるように促し、以下の4点を提案している。

- ・ より柔軟で消費者指向型の政策への移行
- ・ 干渉保護を規定するための数量的基準（「干渉温度」）の採用
- ・ 時刻という次元を通じた無線周波数へのアクセスの改善
- ・ 「コマンド&コントロール」モデルから「排他的利用」モデル及び「コモンズ」モデルへの移行

これらの提案のうち、免許不要の無線機器という観点から最も特筆すべき点は、タスク・フォースが「干渉温度」の採用を促していることである。FCC は、この新しい尺度の導入を通じて受信機の運用場所における雑音（ノイズ）環境に制約を設けることにより、周波数帯ごとに干渉を数量化し監理することが可能になる。一方で、タスク・フォースの報告

書が論ずるように、特定の周波数帯で干渉温度に達しない限り、それ未満のエネルギーしか発射しない機器利用者はより柔軟な機器運用を行えるようになる。言い換えると、干渉温度を通じて潜在的な電波エネルギーに上限を設けることにより、当該周波数帯に（干渉温度以下のエネルギーしか発射しない）どのような無線機器も持ち込むことが可能になる。

免許不要に関する調査告示： 共用周波数帯での免許不要の運用機会をさらに求める試みとして、FCC は、テレビジョン放送用に充てられていた周波数帯、及び、（もともと連邦政府の無線標準業務及び非政府の固定衛星業務に分配されており）新たに利用可能になった 3650MHz～3700MHz 帯における免許不要の機器の運用可能性を調査する手続きを主導している。2002年12月に、FCC はこのような提案の実現可能性に関するコメントを求める調査告示（Notice of Inquiry）を発表した。この調査告示は、同一チャンネル障害を避けるために特定の地域でテレビジョンでの利用ができないままになっていた多くの放送チャンネルが存在することを認めていた。同一周波数を用いる隣接する高出力テレビジョン放送局は同一チャンネル障害を起こすことはほぼ確実である一方、低出力の免許不要の無線機器であれば、遠くのテレビジョン放送局に有害な干渉を起こすリスクなしにこの空き周波数で運用することができるかもしれない。3650MHz～3700MHz 帯については、FCC は、革新的な免許不要の無線機器の開発を進めるために、最低限の技術要件のみで免許不要の運用を許可することを示唆している。免許不要の運用が可能になる無線周波数はまたさらに増加するであろう。

電波監理の改革：連邦政府も NTIA を通じて電波監理上の政府役割の改革と現代化を追求し続けている。FCC と NTIA は、1940 年代以降、無線周波数に関して共同の管轄権を行使し続けてきた。技術進歩と市場構造の進展によって必要とされる変革に呼応して、2003 年 1 月には FCC の Powell 委員長と NTIA の Victory 長官が 60 年ぶりに覚書 (Memorandum of Understanding: MoU) を更新した。この MoU の下で、両機関は定期的に、電波の政府利用及び商業利用の調整、並びに、イノベーション促進における免許不要モデルの効果をめぐる問題に再検討を加えることになるだろう。

3. 免許不要の無線機器の認証手続

意図的に電波エネルギーを送出するあらゆる機器（無線機器）は、使用と販売に先駆け、FCC の定める認証手続を通じて事前承認を取得しなければならない。認証手続は、無線機器が FCC の技術基準を満たすことなく市場で流通し、公衆が使用することがないようするために実施されており、自己認証制度（verification）又は適合証明制度（certification）のいずれかによって行われる。

自己認証は、機器の製造業者又は輸入業者が、機器が FCC 規則に適合していることを宣誓する書類を作成することによって行われる。この制度は一般的によく認知されている機器で用いられている。

それに対し、適合証明は自己認証と比較してより厳格な手続きであり、機器が技術仕様などの特定の情報に沿って FCC 規則に適合していることを記した書面による申請を FCC に対し行う必要がある。この手続きの下で、FCC が送信機周波数、占用帯域幅、出力

などの特性に関して書類審査を実施する。さらに必要に応じて、製造業者は機器使用者が過度の電波放射に曝されないことを示す補完的測定値を提出する必要がある。FCC はその上で工学的見地から機器の適合証明を発行するか、サンプルを請求し、機器の実試験を行うだろう。FCC は適合証明手続を円滑に実施するために、FCC に代わり機器認証を実施する複数の民間組織を認定しており、これらは電気通信認定機関（Telecommunication Certification Bodies : TCB）と総称される。

C. 電波利用とアプリケーション

免許不要の技術を用いる無線機器は、固定利用から移動利用まで極めて多種多様な利用が見られる。かつては、射程距離が限られていることから、多くの機器は、必ずしも固定されていないにしても、ごく限られた場所でしか有用ではなかった。しかし最近では、無線機器は持ち運び可能であると考えられることが多くなってきた。さらに、今日の短距離ネットワークが「3G」セルラー技術と合体し、利用者にまさしく「ローミング」の可能性を提供すると予測する者たちさえいる。

議論の便を図るために、以下、意図的に電波エネルギーを送出する機器（無線機器）を中心に6区分に分けて免許不要の技術や機器について述べる。

1. 個人間通信

免許不要の無線機器は、コードレス電話、ペービング（ポケベル）、乳幼児監視、マイクロホン、無線式ヘッドセット、ウォーキー・トーキー（双方向無線通信機）など、短距離の音声通信に広く使われている。

コードレス電話が消費者向け製品として商

用化されたのは 1980 年代のごく初頭のことであるが、無線電話という発想自体はもっと前に遡ることができる。T. Carter は、1959 年にベル・システムの電話ネットワークに相互接続可能な移動電話システムとしてある機器を導入したが、AT&T は彼の開発した機器の接続を止めさせようと試みた。法廷論争の中で、FCC は電話ネットワークを非電話会社の機器との接続に開放し、後にこれを「FCC 規則」第 68 章に規定した。コードレス電話は、当初、27MHz 帯で運用されたが、品質が悪く、混信やセキュリティの欠如という問題を抱えていた。そこで、FCC は 1986 年に 47MHz~49MHz の利用を認め、さらに受信の改善とセキュリティの向上を図るために、1994 年及び 1995 年に 900MHz 帯及び 2.4GHz 帯でデジタル・スペクトル拡散技術を用いる機器の使用を認めた。

一方、ウォーキー・トーキーについては、複数の製造業者が、「FCC 規則」第 15 部の下で、典型的には玩具として売られる低出力、到達距離限定のウォーキー・トーキー端末を生産している。米国家電協会 (Consumer Electronics Association : CEA) は、米国には設置ベースで「FCC 規則」第 15 部適用のウォーキー・トーキーが 3,000 万台近く存在すると推定しているが、FCC の認証に関するデータベースにはわずか 6 社 10 認証しか登録されていない。

このほか、家庭や会社、学校、病院などで免許不要の無線通信機器が用いられている。一例として、ロンドンの Guy's and St. Thomas Hospital で用いられている無線 PBX が挙げられる。

2. コンピュータ・ネットワーク及び周辺機器

2.4GHz のコードレス電話に見られる技術と類似したデジタル・スペクトル拡散技術を用いて新たに標準化された免許不要の無線機器によって、コンピュータ・ネットワークの構築が進められている。

複数のコンピュータ間でプリンタ、スキャナー、共通のプロードバンド・インターネット・アクセスなどの資源を共有するためには、Local Area Network (LAN) を導入する必要がある。新しいオフィス用の建物の多くでは、複数のコンピュータを接続するためにイーサーネット (Ethernet) ネットワークがあらかじめ装備されているが、古いオフィスや一般家庭ではほとんど装備されていない。このように有線のネットワークが装備されていない建物では、免許不要の無線 LAN 機器を用いたネットワークが、費用面で極めて効率的なソリューションを提供している。壁や床に穴を開けたりする必要がないことから、無線 LAN は立ち上げ費用が大幅に節約でき、ネットワークに接続するコンピュータ 1 台あたり 200 ドル未満の費用と数時間の作業で導入が可能である。また、導入後も配線換え費用がより安価で済む。

免許不要の無線機器はまもなく、地上・ケーブル・衛星テレビジョンのマルチ受信機、地上・衛星ラジオ受信機、映像・放送記録・再生装置をつなぐ家庭内のネットワーク・ソリューションを提供することになるだろう。現在、Intel、Sony、XtremeSpectrum などの企業が、スペクトル拡散技術や UWB 技術を用いる家庭内のネットワーク・ソリューションを開発中である。

用化されたのは 1980 年代のごく初頭のことであるが、無線電話という発想自体はもっと前に遡ることができる。T. Carter は、1959 年にベル・システムの電話ネットワークに相互接続可能な移動電話システムとしてある機器を導入したが、AT&T は彼の開発した機器の接続を止めさせようと試みた。法廷論争の中で、FCC は電話ネットワークを非電話会社の機器との接続に開放し、後にこれを「FCC 規則」第 68 章に規定した。コードレス電話は、当初、27MHz 帯で運用されたが、品質が悪く、混信やセキュリティの欠如という問題を抱えていた。そこで、FCC は 1986 年に 47MHz~49MHz の利用を認め、さらに受信の改善とセキュリティの向上を図るために、1994 年及び 1995 年に 900MHz 帯及び 2.4GHz 帯でデジタル・スペクトル拡散技術を用いる機器の使用を認めた。

一方、ウォーキー・トーキーについては、複数の製造業者が、「FCC 規則」第 15 部の下で、典型的には玩具として売られる低出力、到達距離限定のウォーキー・トーキー端末を生産している。米国家電協会 (Consumer Electronics Association : CEA) は、米国には設置ベースで「FCC 規則」第 15 部適用のウォーキー・トーキーが 3,000 万台近く存在すると推定しているが、FCC の認証に関するデータベースにはわずか 6 社 10 認証しか登録されていない。

このほか、家庭や会社、学校、病院などで免許不要の無線通信機器が用いられている。一例として、ロンドンの Guy's and St. Thomas Hospital で用いられている無線 PBX が挙げられる。

2. コンピュータ・ネットワーク及び周辺機器

2.4GHz のコードレス電話に見られる技術と類似したデジタル・スペクトル拡散技術を用いて新たに標準化された免許不要の無線機器によって、コンピュータ・ネットワークの構築が進められている。

複数のコンピュータ間でプリンタ、スキャナー、共通のブロードバンド・インターネット・アクセスなどの資源を共有するためには、Local Area Network (LAN) を導入する必要がある。新しいオフィス用の建物の多くでは、複数のコンピュータを接続するためにイーサーネット (Ethernet) ネットワークがあらかじめ装備されているが、古いオフィスや一般家庭ではほとんど装備されていない。このように有線のネットワークが装備されていない建物では、免許不要の無線 LAN 機器を用いたネットワークが、費用面で極めて効率的なソリューションを提供している。壁や床に穴を開けたりする必要がないことから、無線 LAN は立ち上げ費用が大幅に節約でき、ネットワークに接続するコンピュータ 1 台あたり 200 ドル未満の費用と数時間の作業で導入が可能である。また、導入後も配置換え費用がより安価で済む。

免許不要の無線機器はまもなく、地上・ケーブル・衛星テレビジョンのマルチ受信機、地上・衛星ラジオ受信機、映像・放送記録・再生装置をつなぐ家庭内のネットワーク・ソリューションを提供することになるだろう。現在、Intel、Sony、XtremeSpectrum などの企業が、スペクトル拡散技術や UWB 技術を用いる家庭内のネットワーク・ソリューションを開発中である。

免許不要の無線コンピュータ・ネットワーク構築機器はまた、家庭やオフィスの外でも携帯可能で安価な接続を提供している。このような事例として、空港やレストラン、ホテルなどに見られる無線 LAN アクセス・ポイント（ホットスポット）が挙げられる。

現在、免許不要の機器は必ずしも接続に無線を使用する必要はない。例えば、一部の家庭で利用されている電力線ブロードバンド（Broadband over Power Line : BPL）と呼ばれる技術は、意図せざる電波エネルギーを送出する機器に区分され、「FCC 規則」第 15 部に従わなければならない。

3. 固定無線通信

固定通信分野では、有線通信の純粋な代替物として免許不要の無線機器が用いられている。長距離間のブリッジ通信を行う経済的なソリューションとして多様な固定無線回線が設置されている。この分野では免許不要の無線機器が、免許取得の時間と費用を避けるための便宜を提供している。もちろん、これらのシステムが干渉を発生させる場合には運用を停止しなければならないし、どのような干渉からも保護を受けられず干渉を甘受しなければならないという欠点も有している。2.4GHz 帯がしばしば利用されているが、混雑する都市部では、通りをはさんだ又は数ブロック先の建物間での通信に限定される一方、過疎地や人口の非密集地では、干渉問題が小さいことからより長距離の通信にも用いられる。

一例として、Proxim Corporation が “Tsunami” という商標で商品化している無線 Ethernet ブリッジの製品群が挙げられる。大半のブリッジが免許不要の 2.4GHz 帯及び

5GHz 帯で運用されるのに対し、同社は要免許の 2.3GHz 帯で運用される機器も発売している。このオプションでは、16Mbps～872Mbps のスループットで最大 40 マイル（約 56km）離れた地点間でのネットワーク接続が可能で、メディカル・センター、学区、政府機関などが利用している。

また、57GHz～64GHz 帯の免許不要の固定回線も、比較的短距離の大容量データ通信に利用されている。現在、FCC は 4 種類の機器しか認証していないが、これらの機器は市場に投入され続けている。例えば、Harmonix Corporation が最近導入した Giga Link システムでは、指向性のある小型アンテナを用いて最速 622Mbps 伝送能力を持っている。これらの固定回線は、既存の光ファイバー・ネットワークと接続するために用いられており、新たな敷設のために高価で時間のかかる手続きが必要な光ファイバーの代替手段となっている。

4. 監視及び認証

RFID 技術と呼ばれるこの分野の免許不要の無線機器は、第 2 次世界大戦中に開発されたレーダー技術に起源を持ち、125kHz、13.56MHz、800MHz～1000MHz、2.4GHz 及び 5.8GHz 帯で低出力の電波発射を行う。RFID の基本構造は、適宜情報（個人情報や会計情報など）が記録された小さなトランスポンダー、アンテナ、及び、デコーダーが備えられたトランシーバーから成っている。追跡する物品に付けられたタグから情報（製造、輸送中の品物、動物・人間・車両の個体、決済手段に関する情報など）を読み出し、タグに情報を書き込むために、アンテナから信号を発する。タグには受動的なものと能動的な

ものが存在しており、前者は、データを解読し受信したデータに応じてあらかじめ決められた動作を行う適切なトランシーバーに対し単に情報を再放射する（re-radiate）だけであるのに対し、後者は、内部電源を持っており適切なトランシーバーに対しタグが保有する情報を独立して送信することができる。

RFID システムは家畜や貨車の認証で初めて利用されたが、ここ 10 年で、支払い、在庫管理及び入退場システムなど様々な分野で世界中に普及した。多くの RFID 導入企業が、万引き防止（スーパーの場合）や横領防止（料金所の場合）などの直接的な実利を得ている。1997 年に導入された Exxon/Mobil 社の “Speedpass” はガソリンスタンドでの給油時に自動的に決済を行うシステムであり、ごく最近 FedEx が試験導入した「デジタル・キー」システムは鍵なしで自動的にドアの鍵を開閉しエンジンを起動・停止させるシステムである。後者の事例では配達中にカギを紛失することから生ずる 1 件あたり 200 ドル以上にものぼる費用を節約することが可能である。

RFID タグはどんどん進化を遂げており、KSW-Microtec や Benetton, Parelec, Nasa, Vacuum Arc Technology Inc.などが生地の中に編み込んだり、インクにアンテナ機能を持たせたり、薄い金属フィルム上にスプレーをかけることでアンテナと回路を作ったりするなどの技術を開発中で、一部は商品化が計画されている。

5. 検波及び結像

検波及び結像のための小型レーダーは、免許不要の周波数帯で電波を発射して反射波を受信することにより、距離や動作さらには電波反射物質の構造を検知する。最近の例とし

ては UWB-GPR や「壁面透視結像」（“through wall imaging”）が挙げられる。道路下の穴の発見や犯罪捜査、火災現場での消防士や逃げ遅れた人の位置確認などに用いられている。

6. リモート・センサー及び無線標定

免許不要の無線機器は遠隔測定システムとの通信にも利用されている。

無線遠隔測定技術は近年、現代医学において様々な機器を生み出している。ここ数年間で無線心臓モニターが病院に設置されたのに続き、Given Imaging 社が開発した M2A Pill のような内科診断用の服用機器や、心拍・血圧・呼吸モニターなども導入され始めている。このうち M2A Pill は、大き目の風邪薬大のカプセル入り機器で、服用後体内を通過する間に体内映像を撮影し、腰に下げた「ウォーターマン」サイズのデジタル記録機に画像データを無線送信するものである（価格は 1 個 450 ドルで使い捨てタイプ）。また、心拍・血圧・呼吸モニターに代表される医療用遠隔測定機器は TV 放送用の 7 チャンネル～13 チャンネル（174 MHz～216MHz）及び 14 チャンネル～46 チャンネル（470 MHz～668MHz）で運用されているが、これらは TV 放送用周波数帯で運用が許容されている唯一の免許不要の無線機器となっている。これらの機器の導入は、移動制約が小さくなった患者だけではなく、複数の患者を遠くから監視できるようになった医療従事者にも恩恵をもたらしている。

医療用機器のほか、この分野の免許不要の無線機器として、調理器具に応用されているリモート温度センサーなども挙げられる。

III 免許不要の無線機器の市場

免許の要、不要を問わず無線機器の市場は、いくつもの産業に幅広くまたがっている。電波の利用方法が多様であるため、様々な製造業者及び流通経路に注目する必要がある。1つ確かなことは、免許不要の無線機器は広く普及しており、米国のはばすべての世帯に行き渡っていることである。CEAは、「FCC 規則」第15部規定の消費者用電子機器が設置ベースで3億4,823万台を超えると推定し

ている。すなわち、米国民1人につき1台以上の機器が使われていることになる。

前章では免許不要の無線機器の利用について概観したので、本章では各種機器の需要を描き出すように努めながら、市場又は製品タイプごとに免許不要の無線機器の詳細を見ていく。

〔図表1〕 「FCC 規則」第15部規定の無線機器の設置ベース

製品	普及率	1世帯あたりの利用台数(台)	設置ベース合計(百万台)
コードレス電話	81.00%	1.5	130.01
ガレージ開閉装置	40.80%	1.29	56.26
自動車の鍵不要システム	26.50%	1.4	39.71
リモコン玩具	19.50%	2.61	54.57
ホーム・セキュリティ・システム	18.00%	1.1	21.21
玩具のウォーキー・トーキー(FRSを除く)	15.10%	1.85	29.81
乳幼児監視	10.50%	1.38	15.52
無線ルーター	N/A	N/A	1.14

米国の世帯数：1億700万台

出所：CEA

A. 「FCC 規則」第15部規定の無線機器の認証に関する動向

FCC 及びTCBによる免許不要の無線機器の認証件数は、市場動向の指標となりうる。申請提出にはかなり多くの時間と資金を要するため、製造業者は、新しい機器を商品化できる、又は認証済みの製品を改良できると確信した場合にのみ申請を行う。申請数及び認証件数が多ければ多いほど、市場に出てくる機器の数も多くなる。単純に成功を示すものではないが、この指標の示す「方向性は正しい」と見てよいだろう。

この指標に基づく「FCC 規則」第15部に基づく認証の分析結果は、免許不要の運用が継続的に増加していることを示している。

〔図表2〕が明らかにしているように、一般的の低出力機器（スペクトル拡散機器を含む）が認証の大部分を占めており、U-PCS 及びU-NII の占める割合ははるかに小さい。2002年に解禁されたばかりのUWBは、9つの機器が認証を受け、順調な滑り出しを見せている。

FCCは1998年から2002年までの5年間に、免許不要の無線機器に対して7,954の認

証を発行している。この認証発行数は、1993年から1997年までの5年間における4,998

と比較して、150%以上の増加である。

[図表2] 「FCC 規則」第15部規定の無線機器の認証件数(1993年~2002年)

年	一般の免許不要機器(第15部C)	免許不要PCS(第15部D)	U-NII(第15部E)	UWB(第15部F)	認証件数合計
1993	706				706
1994	914				914
1995	967				967
1996	1,149	7			1,156
1997	1,244	10	1		1,255
1998	1,128	7	4		1,139
1999	1,188	8	9		1,205
2000	1,477	13	11		1,501
2001	1,664	2	45		1,711
2002	2,286	0	103	9	2,398
累積合計	12,723	47	173	9	12,952

注: これらの数値は新しい機器の認証及び認証済み機器の変更の双方を含む。

圧倒的多数が新規の機器である。

一般の低出力無線機器及びスペクトル拡散機器の合計認証件数が12,723件であるのに比べて、U-PCS及びU-NIIの合計認証件数が220件にとどまっていることは、一見すると、関心に値しないように見える。しかしこの統計では見えない部分がある。「一般の免許不要機器」の区分における主要な成長分野はスペクトル拡散であるが、その需要は当初伸び悩んでいた。FCCは1985年に初めて、

「FCC 規則」第15部に規定される無線機器の中でスペクトル拡散技術の利用を認可したが、1990年までの認証件数は年間12件にとどまっていた。しかし、より多くのデータを安く無線で送信する必要性が増大するにつれて、製造業者はそのソリューションとしてスペクトル拡散に目を向けた。主としてコンピュータ・ネットワーク・アプリケーションに触発され、スペクトル拡散機器の開発に拍車がかかった。[図表3]に見られるように、スペク

トル拡散機器の認証件数は1998年まで緩やかに上昇して236件になり、2001年には537件に飛躍した。2002年には、FCCは928件の認証を発行した。

同じように、U-NII認証件数も増加しており、その重要性も大きくなっていくと考えられる。[図表4]に示されているように、U-NII機器の認証件数は1996年以来、年間7件から103件に増えている。1997年から2002年までの年間平均成長率は17%である。この成長率はスペクトル拡散機器の現在の成長に匹敵し、この機器の当初5年間の成長率を大きく上回っている。

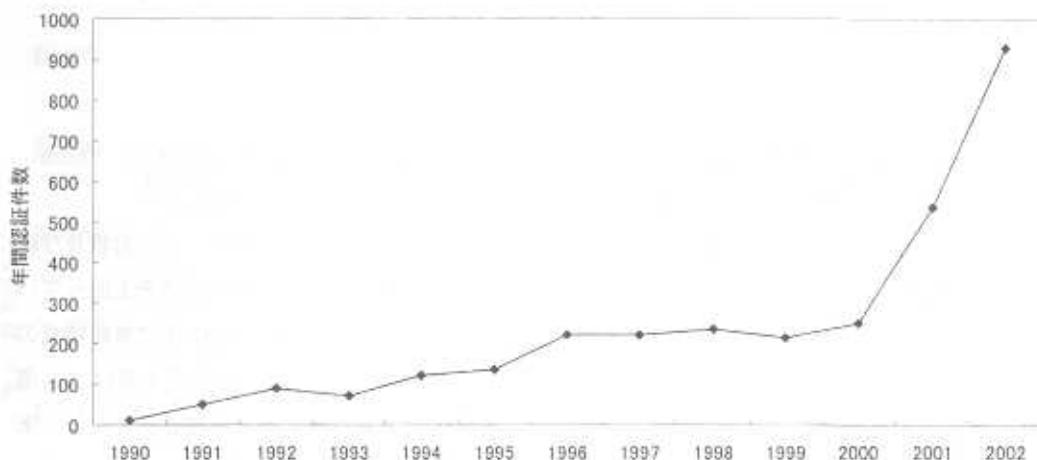
U-PCSの認証件数の伸びは間欠的な形態を特徴としている。多くの観察者たちは、U-PCS機器が新しいコードレス電話、無線LAN及びその他の短距離通信機器から構成されるものと考えていた。U-PCS機器の認証件数は2000年に頂点に達し、それ以降は落

ち込んでしまった（[図表4] 参照）。この傾向は、免許不要の無線周波数の交差弾力性を示している。今日、市場にU-PCS認証機器が少ない理由は、U-PCS帯に課せられているサービス制約とこの周波数帯で音声通話をサポートする無線周波数の数量制約とが複合していることにあるかもしれない。U-PCS帯で見込まれていたアプリケーションの多くは現在、スペクトル拡散及びU-NIIの周波数帯を

利用して提供されている。2002年のU-PCS認証件数の減少は、同年のスペクトル拡散機器及びU-NII機器の増加に直接的に対応している。この交差弾力性はどちらの方向にも作用するようと思われる。U-NII帯の利用が増え、過密してくるにつれ、製造業者やサービス・プロバイダが、現行のU-PCS帯の規制緩和を請願するのは、必然的な成り行きであった。

[図表3] 「FCC規則」第15部規定のスペクトル拡散機器の年間認証件数

（1990年～2002年）

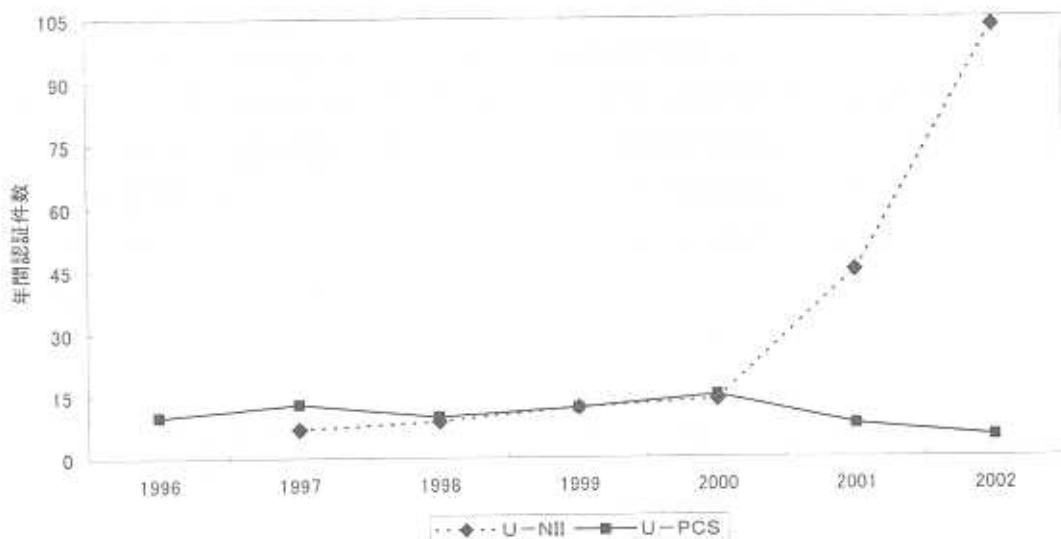


出所：FCC

最後に、UWB機器は「FCC規則」で2002年に認められたばかりであるため、その導入の成否について明確な結論を出すのは時期尚早である。しかし、最初の11か月で9件の認証が出された（GPR及び壁面透視のアプリケーション）という事実は、成長の兆候を示唆している。比較してみると、この水準の年間認証件数に達するまでに、スペクトル拡散

機器は導入時点から5年、U-PCS機器は5年、U-NII機器は4年を要している。UWBの早期認可は、この技術に対する製造業者の強い関心を示すものである。UWB音声・データ通信機器が開発段階にあり、まだFCCの認証を受けていないという事実を考慮すると、今後も認証件数が劇的に増加することが期待される。

[図表4] U-NIIおよびU-PCSの年間認可件数（1996年～2002年）



出所：FCC

UWBと同水準の年間認証

件数に達するまでの年数

スペクトル拡散機器：導入時点から5年

U-PCS機器：導入時点から5年

U-NII機器：導入時点から4年

Consumer Electronics、ユニデン、Vtech、
パナソニックが挙げられる。

現在、コードレス電話は、販売台数及び総売上高の双方について有線電話を上回っている。コードレス電話は、1997年に有線電話の売上げを上回り、2002年の売上高は16億5,300万ドルに達すると予測されている。米国通信産業協会（Telecommunications Industry Association : TIA）及びCEAの販売予測によると、米国のコードレス電話の販売量は過去10年間に著しい成長を遂げたが、普及率が80%を超えると絶対的な成長率は横這いに転じることを示唆している。

TIA及びCEAの販売予測が[図表6]に示されている。TIAの予測は1997年～2004年を、CEAの統計は2001年までの期間を対象としている。[図表5]に示されているように、CEAは、コードレス電話の世帯普及率は1997年の68%から2001年には81%に上昇

B. コードレス電話

コードレス電話は、最も広く利用されている免許不要技術の1つになった。コードレス電話は、消費者向け通信機器市場における収入のトップを占め、Wi-Fiと並んで、この市場の最重要部門の1つである。それ故、コードレス電話は技術進歩の主要な指標となるとともに、免許不要の運用に供される周波数帯の過密化の原因にもなっている。

コードレス電話の主要な製造業者として、Advance American Telephones、AT&T、Conair、GE、Northwestern Bell、Siemens、ソニー、Southwestern Bell、Thompson

したと推定している。

【図表5】コードレス電話の平均価格及び普及率（1997年～2001年）

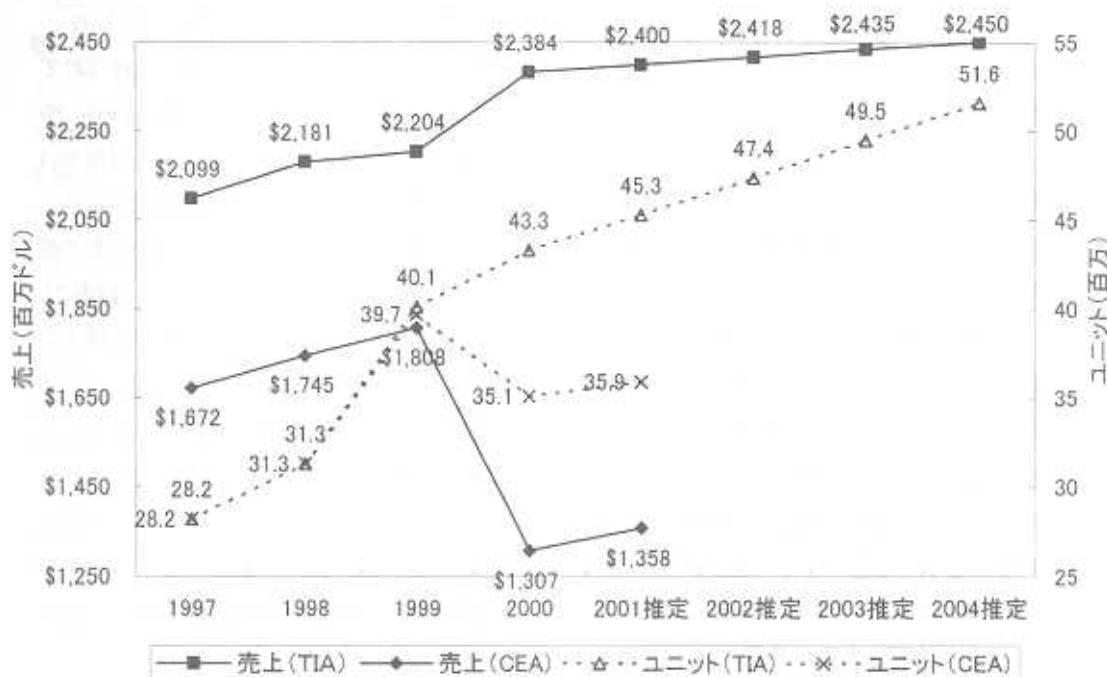
年	1997	1998	1999	2000	2001
平均価格 (\$)	59.38	55.82	45.59	37.25	37.79
普及率 (%)	68.00	73.00	78.00	80.00	81.00

出所：CEA, eBrain Market Research

TIA 及び CEA の販売予測が【図表6】に示されている。TIA の予測は1997年～2004年を、CEA の統計は2001年までの期間を対象としている。【図表5】に示されているよう

に、CEA は、コードレス電話の世帯普及率は1997年の68%の世帯から2001年には81%の世帯に上昇したと推定している。

【図表6】コードレス電話の販売（1997年～2004年）



出所：CEA & TIA

両者の推定には従来25%ほどの差があったが、その差はここ数年83%にも広がってきていている。その要因の1つとして、TIAが留守番電話機の販売を別個に数えていることから、

留守番電話機能を内蔵したコードレス電話を別々に数えていると考えられる。

C. 無線 LAN とコンピュータ機器

免許不要の周波数帯で広く採用されているアプリケーションの1つに、コンピュータを相互に結ぶ無線 LAN が挙げられる。無線ネットワークは、キラー・アプリケーションではなく、キラー・プラットフォームとしてとらえられている。この接続形態は、(1)情報やリソースを共有する共通のリソース・プールにコンピュータを統合する、(2)プリンター、無線マウス、PDAなどの周辺機器や、AV 機器などの家電を1ないし複数のコンピュータに接続する、という2つの主要なアプリケーションをサポートする。無線 LAN 機器の売上げは2000年以降2ヶタ台の成長を示し、全体の成長率は150%を超え、2002年には20億ドルに達すると予測されている。このままのベースでいくと、2002年～2004年の一時点では無線 LAN の売上げはコードレス電話を超えて、免許不要の無線機器市場で最大の収入源となるだろう。

家庭用の無線ネットワーク製品は、通信機器というよりも家電やその他の周辺機器に近いため、主にコンピュータ及び家電の伝統的な販売経路を通じて販売されている。現在ほとんどの無線 LAN 機器は本体販売後の外付け機器として販売されているが、無線 LAN カードは、2003年までにノート型パソコンの約30%に内蔵されると予想されている。

無線 LAN の規格間で、商業製品としての利用において優位に立つための激しい競争が繰り広げられてきた。この中で特に有名な規格は、一般に Wireless Fidelity 又は「Wi-Fi」として知られている IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers; 非営利

の技術専門家団体で、その重要な活動として通信機器の運用規格の作成が挙げられる。) のプロトコルである。Wi-Fi は他をリードしているが、以下に説明するように、すべての免許不要の無線ネットワークが Wi-Fi ベースとはなっていない。

1. Wi-Fi、Bluetooth、Home RF の分類

いくつかの業界規格が、2.4GHz 及び 5.7GHz 帯を利用する機器の製造業者により開発されてきた。Wi-Fi のプロトコルには、2.4GHz 帯の IEEE 802.11b 及び IEEE 802.11g、並びに 5.7GHz 帯の IEEE 802.11a が含まれる(「Wi-Fi」という名称は、かつては IEEE 802.11b のみを指しており、IEEE 802.11a 規格は「Wi-Fi5」と呼ばれていた)。Wi-Fi のほかに、Bluetooth や HomeRF など、広く採用されている規格がいくつもある。Wi-Fi (IEEE 802.11a を除く)、Bluetooth 及び HomeRF は 2.4GHz 帯で運用されるが、相互運用はできない。[図表 7] に示すように、それぞれ長所と短所を備えており、特定のアプリケーションに適している(いくつかの半導体会社は IEEE 802.11a 及び IEEE 802.11b のデュアルバンド・チップセットの導入する予定である)。しかし、最近、HomeRF を推進していたコンソーシアムが活動を停止したため、HomeRF 規格が今後も新製品に選択され続けられるとは考えにくい。その結果、この分野は Wi-Fi ファミリーによってほぼ独占されることになる。Earthlink の創設者の Sky Dayton 氏は最近、「Wi-Fi はあらゆる物に組み込まれるようになる。まるで電気が発明される以前にその利用方法を想像しようとするようなものだ」と述べている。

[図表 7] 主な無線ネットワーク規格のパフォーマンス比較

システム・タイプ	チャンネル帯域幅	チャンネル容量	顧客向けの典型的なデータ速度	有効範囲(フィート)
802.11b	22MHz (2.4GHz 帯)	11Mbps	5.5Mbps**	250
802.11a	40MHz (5.7GHz 帯)	54Mbps	32Mbps**	75
802.11g	40MHz (2.4GHz 帯)	54Mbps	32Mbps**	150
Bluetooth	1MHz (2.4GHz 帯)	1Mbps	721kbps**	30
HomeRF	1MHz~5MHz (2.4GHz 帯)	10Mbps	***	150
HomePlug (802.11b)	4.3 MHz~20.9MHz (電力線) (2.4GHz 帯無線)	14Mbps	11Mbps	250 (無線回線)

** WEP (Wireless Equivalent Privacy) セキュリティ・プロトコルを動かすと、チャンネル容量の 10%がさらに使用される。

1 フィート=0.3048 メートル

a. Wi-Fi

1999年に採択された IEEE802.11b 規格は、短距離（開放空間で 800 フィート～1,200 フィート [約 300m]、閉鎖空間で 250 フィート～400 フィート [約 100m]）の無線接続性を提供している。これは、これまでに圧倒的に広く採択されている規格である。IEEE に 1997 年に採択された IEEE802.11a 規格は、より速いスピードを提供するが、利用可能な範囲は比較的限られている。これらの規格が提供可能な性能と速度は、多くのオフィスで利用されている 10BaseT の有線 Ethernet ネットワークに匹敵する。

b. Bluetooth

Bluetooth は、最長 30 フィート (約 10m) の範囲内で最高通信速度 1Mbps による機器間通信が可能な短距離無線技術である。Bluetooth という名称は 10 世紀にデンマークを統一した王にちなんで付けられており、Bluetooth Special Interest Group (SIG) と呼ばれる業界団体が広めた規格の商標である。Bluetooth はもともとケーブルに代替する技

術として考えられ、主にコンピュータと周辺機器を接続するために使われている。例えば Bluetooth チップセットを装備した携帯電話は、Bluetooth が使用可能なノート型パソコンと電話番号帳などの情報を交換することができる。また Bluetooth は、デスクトップ型パソコンを近くのプリンターに目障りな配線なしで接続できる。

現在 Bluetooth は、ケーブル代替以外のアプリケーションにも導入されるようになっている。例えば Delphi 社は最近、新 Saab 9-3において Bluetooth 技術を展示した。Bluetooth により、ドライバーは無線ヘッドセットを携帯電話に接続し、「ハンズ・フリー」モードで操作したり、車から直接 PDA に接続したりすることができるようになる。また、その他の無線技術との組み合わせにより、ドライバーが自動車から外部のコンピュータやホーム・ネットワーク・システムと通信できるようになる。これにより、例えばホーム・ネットワークから音楽をダウンロードし、通勤時間に車中で音楽を楽しむことがで

きるようになる。

なお、Bluetooth SIG は、Bluetooth 製品の開発とマーケティングを推進する業界団体である。そのメンバーには、3Com、Agere、Ericsson、IBM、Intel、Microsoft、Motorola、Nokia、Toshiba 及びそのほか数百社が含まれる。メンバーは、Bluetooth 認定製品リストに記載されている特定の製品の Bluetooth 無線技術を、無償で使用できる権利を与えられる。Bluetooth 認定団体は、リストに製品を載せる許可を与える。認定製品リストには現在 756 の最終製品、サブシステム、部品及び開発ツールが載せられている。

c. HomeRF

HomeRF は、様々な機器が家庭内や小さなオフィス内で、音声、データ又はストリーミング・メディアを通して通信できるようにするオープン・スタンダードとして設計された。HomeRF は、約 150 フィート（約 50m）の範囲内でビット・レートが最大 10Mbps という IEEE 802.11b 製品に匹敵する性能を持っている。2003 年 1 月に発表された HomeRF

協会の活動停止以前には、2003 年にビット・レートが 20Mbps に引き上げられ、最終的には 100Mbps も可能と期待されていた。

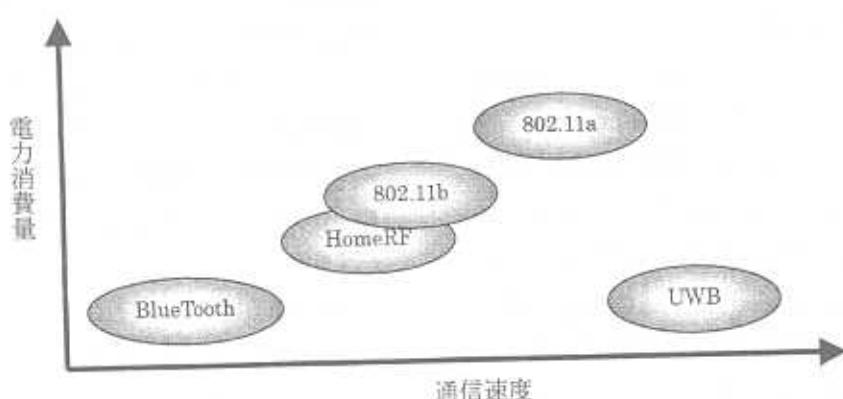
d. HomePlug

BPL は現在、一部の世帯でコンピュータ接続のために利用されている。BPL 機器は、家庭の電力線に電波エネルギーを合わせることにより、電力線を通信媒体としても機能させ、高速通信機能を提供する。大部分の家庭は各部屋に複数のコンセントがあるため、ほどの場所においても複数の機器を容易に接続できる。電力線ネットワークの構想は何年も前からあるが、HomePlug や Current Technologies などの市場への新規参入者が、この技術に対する新たな関心を呼び起こすものと期待されている。

e. 規格間比較

各規格は独自の利点と限界を持っている。例えば 1 つのトレードオフは、電力消費量と通信速度との関係である（[図表 8] 参照）。その他の大きな違いとしては、費用と有効範囲が挙げられる。

[図表 8] 無線ネットワーク・プロトコルに関する通信速度と電力消費量との関係



出所：FCC

Bluetooth は、電力消費量は少ないが最高速度は 1Mbps である。それに対して WiFi は 11Mbps の速度を提供するが電力消費量は比較的高く、また IEEE802.11a は 54Mbps の速度を提供するがかなり高い電力消費を必要とする。電力消費量はノート型パソコンのような携帯用の機器の設計においては主要な要素であるが、有効範囲及びネットワーク速度も同様に重要である。Bluetooth は範囲と速度が限られているものの費用の安さと電力消費量の少なさを考慮すると、無線マウスなどの周辺機器には最適である。無線マウスには長いバッテリー寿命が必要だが、大量のデータの通信は必要としない。将来的には、UWB 通信機器が 100Mbps の速度を極めて低い電力で実現すると期待されている。

なお、HomePlug は、ネットワーク機器がコンセントにつながれており、消費電力は問題ではないため、この分析から除外している。

これらのプロトコルの間には、通信速度と有効範囲との関係においても別のトレードオフが見られる。[図表 7] は、主なプロトコルに関してこの関係を示している。有効なチャンネル容量によって測定される速度は、IEEE802.11g で最大限に高められている。これと比較して、IEEE802.11b ははるかに広い範囲をカバーするが、処理速度は遅い。

将来的には、プロトコルの選択は必ずしも二者択一的な決定ではなくなるかもしれない。条件に合わせて変化する能力を内蔵したデュアル・バンド及びマルチモード機器により、柔軟性が向上するだろう。最近、Netgear と Linksys は、2.4GHz 帯での IEEE802.11g の運用及び 5GHz 帯での IEEE802.11a の運用をサポートする PC ネットワーク・インターフ

ェース・カードの出荷を開始すると発表した。IEEE802.11a/b/g のトリプル・モードに対応したカードも、Netgear により約 157 ドルで間もなく提供される。Netgear の IEEE802.11g 対応のカードは 79 ドル、デュアル・バンド・カードは約 109 ドルである。Netgear は、同社の PC カードが 64bit、128bit 及び 152bit の WEP 暗号化に対応し、IEEE 802.11a の「Turbo」では 108Mbps まで提供できるとしている。Linksys のデュアル・モード・カードは約 99 ドルであり、IEEE 802.11a/g では 54Mbps の速度を、IEEE 802.11b では 11Mbps の速度を提供する。これらの製品は、IEEE802.11g のサポートに関して IEEE の承認をまだ得ていないし、FCC の認証もまだ受けていない。しかし、これらの技術はいつでも所定の利用に最適なプロトコルを選択するだろう。

f. 新たな規格：IEEE 802.16 と IEEE 802.20

IEEE は 2003 年 1 月に、現世代の WiFi を大幅に改良したとされる、新たなコンピュータ・ネットワーク規格である IEEE 802.16a を発表した。WiFi の有効範囲が 300 フィート(約 100m)程度であるのに対して、新規格の有効範囲は数マイル(数 km)である。さらに、IEEE802.16a ではセキュリティの向上や、壁の通り抜け機能や音声通話機能が追加されている。この新規格は「WiMax」又は「Wider-Fi」と呼ばれている。IEEE はまた、時速 120 マイル(約 200km/h)を超える速さで走る自動車や列車の中の機器に接続できる IEEE802.20 と呼ばれる規格に取り組んでいる。IEEE802.20 は、セルラー・ネットワークと同様の移動体接続を実現すると

見込まれるため、「Mobile-Fi」と呼ぶ人もいる。Nokia、Proxim 及び Ensemble Communications は IEEE802.16 機器を開発している。Flarion は 802.20 規格を用いた機器を販売している。今後、無線ネットワーク・プロトコルにより、通信速度と有効範囲が向

上し続けることは明らかである。免許不要の周波数帯を利用したこれらのプロトコルは、通信速度、範囲及びハンドオフの点で、携帯電話ネットワークに追いつき、そして追い越す可能性がある。

[図表 9] IEEE802.16 規格と IEEE802.20 規格の性能比較

システム・タイプ	チャンネル帯域幅	チャンネル容量	顧客向けの典型的なデータ速度	有効範囲
IEEE802.16 (Wider-Fi)	20MHz～50MHz	100Mbps	10Mbps	数マイル
IEEE802.20 (Mobile-Fi)	N/A	16Mbps	6.8Mbps	数マイル

2. 無線ネットワーク製品販売

無線ネットワーク製品の販売予測は様々であるが、これらの予測はすべて過去 2 年間ににおける急成長を指摘し、将来の販売量の増加を予測している。Wi-Fi、その他を含む無線 LAN の世界全体での売上高は、2002 年時点で 17 億ドル～20 億ドルというのが一致した見方のようである。この市場についての Goldman Sachs の報告によると、Wi-Fi の販売だけで 13 億ドルを超える可能性があり、これは 2002 年における無線 LAN 市場の売上高のおおよそ 65%～76% に相当する。Synergy Research Group は、無線 LAN 市場が 8 四半期連続で 2 衍台の成長を記録し、2000 年以降 150% を超える成長を遂げていると報告している。Synergy の推定では、500 万の無線 LAN アダプターが 2001 年に出荷されている。IDC Frost and Sullivan によると、2000 年には 240 万の HomeRF 又は Wi-Fi システムが販売され、2001 年にはさらに 370 万のシステムが販売された。Cahners InStat/MDR は、HomePlug の貢献により、電力線ネットワーク市場の売上げは

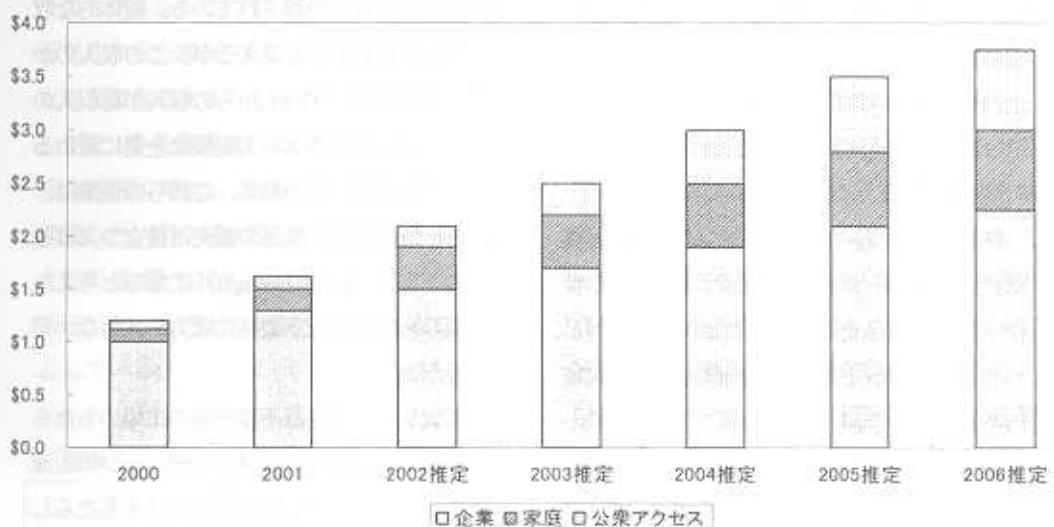
2001 年の 1,800 万ドル弱から、2002 年には 1 億 9,000 万ドル近くまで伸びると予想している。

2002 年の出荷について、米国の市場は、推定される世界市場の半分以上、およそ 63% を占めている。Gartner Dataquest によれば、2002 年における世界全体の無線 LAN の出荷は 1,550 万単位であり、2001 年から 73% の増加である。2002 年にはまた、無線 LAN の出荷からの収入は 26% 増加して 21 億ドルになり、2003 年には 28 億ドルに達すると予想されている。この成長率は、2007 年までは減速しないと考えられている。無線 LAN 機器の売上げは、2000 年の 11 億ドルから、2005 年には 52 億ドルに増加すると期待されている。どの市場セグメントが無線 LAN の販売にとって最も重要なかについては、様々な予測がある。[図表 10] に見られるように、IDC (International Data Corporation) は、企業セグメントが Wi-Fi 販売の第 1 位を占めると予想している。この予想は Synergy Research Group の予想と対照的である。両社が予想する総販売量及び総売上高は極めて

近接しているが、Synergyは、SOHO／住宅用セグメントにおける売上げが大部分を占め

ると予想している。この見方は、現在市場で起きている事実と合致している。

[図表10] 市場セグメント別 Wi-Fi 機器収入予測（単位：十億ドル）



出所：IDC

売上げに関する数値は市場戦略の成功を物語るが、その技術がどれほど広範囲に採用されているかを正確に理解するためには、機器を使用している人の実数を見ることが有益である。Gartner Research の予想によると、2003 年までに世界中で 540 万の人々がこの技術を利用するようになる。Gartner はまた、2005 年までに 5 億 6,000 万台の Bluetooth 対応の機器が購入されると予測している。免許不要の無線ネットワークの数は、2001 年の 1,100 から 2003 年末には 1 万 5,000 を超えるまでに増加すると予想されている。また 2007 年までに 2,100 万人の米国人が無線 LAN を利用するようになるという予測も出ている。IDC Frost and Sullivan は、2004 年までの HomeRF システム及び Wi-Fi シス

テムの設置ベースを 2,500 万と予想している。

上述のデータから見て、Wi-Fi 及び無線 LAN 機器の売上げは総じて着実に伸びていることは明らかである。結局、これらの機器市場の限界は、開発されるアプリケーションの数と克服されなければならない技術的問題によって決まるということになるかもしれない。

無線ネットワークが大衆市場向け製品として最大の可能性を実現することを妨げるかもしれないいくつかの問題がある。最も注目すべきはセキュリティ問題である。Wi-Fi と Bluetooth への最も厳しい批判は、どちらもデータの傍受を防ぐための暗号化のレベルが不十分であり、ハッカー予備軍からのアクセス防止に対して、初步的な対策しか取ってい

加1回につき4.95ドル)、(3)無制限(月額74.95ドル)の3つの料金プランによる加入サービスである。

AT&T、IBM、Intelも最近、合弁事業のCometa Networks設立を発表し、2004年末を目途に2万以上のWi-Fiアクセス・ポイントをもつ全米規模のネットワーク構築を計画している。Cometaは小売市場を対象とせず、卸売りベースで個人や企業へのインターネット接続を提供する。同社の事業計画は、ホテルや店舗、レストランといった様々な所とホットスポット設置の契約を結ぶというもので、Cometaがエンド・ユーザーへの料金請求、セキュリティ、接続などを担当する。ターゲットとする顧客は、ISPのほか、都市部の市場上位50~100でセルラー・サービス、固定電話設備、DSL接続、ケーブル・モ뎀・サービスを提供する企業で、これらの企業はCometaのWi-Fiサービスをそれぞれの顧客に小売りする。Cometaは加入料を徴収し、その見返りとして、Wi-Fiホットスポット設置各社に対し、発生したインターネット通信料を支払う。

McDonald'sは米国3都市で無線インターネット・サービスの試験サービスを開始するにあたり、Cometa Networksを選んだことを発表した。マンハッタンの10店舗でセット・メニューを注文した客に1時間の無料Wi-Fi接続を最近提供し始めた。McDonald'sでは、2003年中にニューヨーク、シカゴ、カリフォルニアの都市(未定)の300店舗にサービスを拡大するとしている。

McDonald's型の補完的Wi-Fiモデルは拡大しつつあり、この市場への参入を進めるセルラー事業者にとって深刻な脅威となるかも

しれない。しかし、McDonald'sのファーストフード・ビジネスと補完的Wi-Fiとは、実際には対極に位置するものだということが判明する可能性もある。McDonald'sのサービス運営は、客が入ってきて出ていくサイクルが短ければ短いほどいいとされる。いすは固いプラスチックで、他の設備も、客が20分以内で出ていくように仕向けることを意図してつくられている。また、McDonald'sの客の大部分はノート型パソコンをドライブ・スルーに持っていくそうにないが、サイバー・カフェの常連客はそうする可能性がある。Starbucksのような店舗は、客が長居をし、何度も注文してくれることを狙っているという点で、McDonald'sとはまったく異なっている。

Wi-Fiは空港だけではなく、航空機のなかにも登場しようとしている。Boeingは、主要長距離路線でWi-Fi接続を提供するConnexionという名の新事業を発表した。ConnexionはLufthansa、British Airways及びSASと共に試験を実施している。接続速度は下りが最高5Mbpsとされている。フライト中は無線機器の使用をお控え下さいという機長のアナウンスを聞きながらメールをチェックしている客がヨーロッパ路線では出てくるかもしれない。

効果的な競争のためには、プロバイダーは商品を差別化する方法を見つける必要がある。どんな機器でもネットワークにつなぐようすれば、プロバイダーはより多くの利用者を惹きつけることができるが、同時に無線インターネットが誰にでも自由に使われてしまうというリスクがある。承認を受けた機器しか接続が許されないセルラー・ネットワークの

にも追加的な影響を及ぼすだろう。

3. ホットスポット・サービス・

プロバイダー

無線ネットワーキング機器が利用されている主たる例の1つに、インターネット接続が挙げられる。このニーズに応えるために、新たなサービス・プロバイダーが、空港、ホテル、カフェ、その他の公共の場所でノート型パソコンや携帯パソコンへのインターネット接続を提供し始めている。ホットスポット戦略には5つの異なるパターンがある。

1. 個人や企業による商業地区への設置(例: Cometa、WiSE Technologies)
2. 各地のサービスを統合した全国カバーのサービスを提供(例: Boingo)
3. 大手無線サービス・プロバイダーのサービスを提供(例: Cingular、T-Mobile、Verizon)
4. コンピュータおよびエレクトロニック機器メーカーの企業連合(例: Cisco、Intel、IBM)
5. 草の根的な個人による無料又は低料金の接続(例: 趣味で活動している人や信奉者)

「純然たる」Wi-Fi企業は多くは見受けられず、各社ともこれらの戦略を組み合わせる形が一般的である。ここではこれらの企業について取り上げる。なお、下記の料金体系はこのワーキング・ペーパー記載のものである。

ネットワーク事業者が他の営利企業と提携してホットスポットを設置する方法を選ぶ場合、サービス提供は提携する各プロバイダーの専門的ノウハウを活かしたものとなる。この分野に早くから進出した事業者の1つに無線サービス・プロバイダーのT-Mobileがあ

る。同社は、Starbucks Coffee の店舗へのホットスポット設置を契約している会社を買収して注目を集めた。Starbucksでは、1年契約で月額29.99ドルの定額制プラン、月契約で月額39.99ドルの定額制プラン、1回最低60分で1分0.10ドルの従量制プラン、の3種類の加入プランを用意している。Starbucksのような組織は明らかにネットワーク事業者ではなく、ネットワーク・サービス提供を専門とする企業にインターネット接続を外注する方がコスト効果が高いと考えている。Starbucksでは、店舗に立ち寄る客にインターネット接続を提供することで、1杯3ドルのコーヒーの売上げを増やすことを期待している。T-MobileはPCS事業者として、各地に分散するWi-Fiサービス構築を進めるのに、同社の既存のモバイル・サービス・インフラを利用することができる。T-Mobileは、同社が他のセルラー・サービスについて実施しているように、免許不要の無線周波数へのアクセスを実際に販売する形はとらないものの、免許不要無線周波数を入口として利用して加入ベースでインターネット接続を提供することができる。

EarthlinkのSky Daytonにより、Sprint PCSから資金を得て設立された新しいキャリアBoingoは、各地の商業ホットスポット・プロバイダーの加盟を募る事業計画をつくり、統合者(aggregator)としてサービスを提供している。フランチャイズ協定を結び、コンテンツ、一括料金請求を提供することによる規模の経済実現が狙いである。Boingoのサービスは、(1)1回利用(7.95ドル、1回の接続で24時間の利用が上限)、(2)回数利用(10回の接続まで月額24.95ドル、追

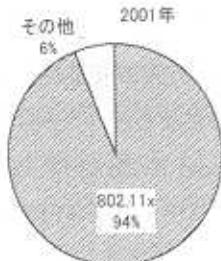
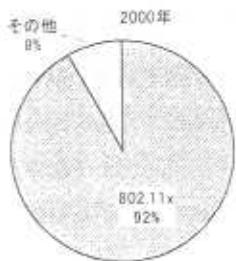
ないということである。セキュリティ機能を導入すれば、エンド・ユーザー及び製品開発者双方に、サポートと設定のコストが加わる。また、無線製品の相互運用が一層難しくなる。Gartner Research の推定では、企業や消費者に課されるサポートと利用の付加的コストは、Bluetooth 技術のみで 2005 年までに（機器コストに加えて）年間 56 億ドルに達する可能性がある。

無線ネットワークのもう 1 つの課題は、機器製造業者が、大衆市場に受け入れられる操作の簡単な製品を作り出すことができるかどうかという問題である。現在ほとんどの家庭内ネットワークは、設定とインストールに、かなり高いレベルの技術と相当な時間を必要とする。次世代の Microsoft Windows の OS (Operating System) である Windows XP は、Wi-Fi 及びその他の無線機器にプラグ& プレイのサポートを広げている。Microsoft 社が推進している機器の一つに、Smart Screens と呼ばれる遠隔タッチ式スクリーン・モニターがあり、これにより自宅の中の離れた場所からコンピュータを利用することができますようになる。しかし、設定及び利用の容易さはセキュリティ強化の流れに真っ向から反するものである。設定が容易であればあるほど、侵入も容易である。

初期段階の成功にもかかわらず、将来、Wi-Fi 機器製造業者は大幅に淘汰される可能性がある。無線コンピュータ・ネットワーク機器メーカーで残ることができるのはせいぜい 6 社～7 社と予想されている。総的な収入予測は目覚ましく見えるが、この収入のかなりの部分は、Wi-Fi からの収入が総収入のごく一部しか占めない大規模な企業に流れることになろう。その結果、これらの企業は、Wi-Fi 製品が他の製品の販売に役立つ又は販売の下支え (pull-through) になると考えない限り、無線 LAN 製品には力を入れない可能性がある。

拡大している免許不要機器の市場のもたらす経済的影響は、サプライ・チェーンの上流と下流の両方において下支え効果をもたらしている。上流における影響としては、半導体製造業者のチップセットの需要がある。Gartner の予測によれば、無線 RF 半導体の市場は、1999 年の 86 億ドルから平均で年率 15.4% で成長して 2004 年には 176 億ドルに達するとされる。移動体通信機器は、このチップセットの総収入の大部分を占めるセルラー/PCS 電話機によってこの市場を独占している。しかし無線 LAN 半導体市場は成長しており、一部の選ばれた製造業者にとって堅調になるだろう。

[図表 11] 無線 LAN チップセット販売割合



出所：IDC

無線 LAN チップセットの収入は爆発的に増加し、2001 年の 3 億 3,100 万ドルから、2006 年には 11 億 6,000 万ドルに達すると予想されている。このうち Wi-Fi のチップセットのセグメントだけで、2001 年の 1 億 9,900 万ドルから、2006 年には 9 億 6,000 万ドルと 5 倍になるとされている。事実、Wi-Fi チップセットの販売は、2001 年の 850 万個から 2 倍近く増加し、2002 年には 1,500 万個に達した。IDC は、現在の市場規模をより控えめに 2 億 1,100 万ドルと評価しており、Wi-Fi チップが販売の 90% 以上を占めているとしている。

[図表 12] 無線 LAN 半導体の市場シェア

年	2000 年	2001 年	成長率
Intersil	132.9	122.4	-8%
市場占有率	73%	58%	
Agere	14.6	33.2	127%
市場占有率	8%	16%	
Philips	7.5	17.1	128%
市場占有率	4%	8%	
Cisco	9.0	12.0	33%
市場占有率	5%	6%	
Proxim	13.4	10.5	-22%
市場占有率	7%	5%	
その他	5.1	16.0	214%
市場占有率	3%	8%	
合計	183.5	211.2	16%

(注) 単位: 金額は 100 万ドル。

出所: IDC

Intersil 及び Agere は、RF 機能内蔵の半導体の主要なサプライヤーである。Intersil は、2001 年の専用 Wi-Fi、HomeRF チップの市場の 58% を支配しており、無線 LAN の売上げは Intersil の収入の 1/3 を占めている。第 2 位の Agere は、市場の約 30% を占めている。

電力、チップのサイズ及び費用の低下を受けて、価格は今後も下がりつづけると考えられる。その結果、2003 年までにノート型パソコンの 50%、2007 年までには 90% が無線ネットワーク機能を装備すると予測されている。Intel は現在、Wi-Fi 機能をその次世代コンピュータ・プロセッサに直接組み込んでいる。しかし、デュアル・モードのチップセットの導入が遅れれば、他の製造業者に製品を市場に出す時間を与えることになるだろう。

無線 LAN 機器の売上げの伸びは、下流方向では、ノート型パソコン、ブロードバンド接続、無線機器、OS 及びコンテンツなど、補完的製品やサービスの需要にプラスの影響を及ぼすと考えられる。Wi-Fi はブロードバンドと組み合わせて、循環的な採用パターンを作り出している。既に Wi-Fi 装備のケーブル・DSL モデムが販売されている。Goldman Sachs は、2005 年までに住宅及び SOHO のブロードバンド接続の Wi-Fi 普及率が 10% になれば、30 億ドル～40 億ドルの機器市場が生み出されると予測している。同社の分析によると、普及率が 15% にまで増加すれば、50 億ドル～60 億ドルの機器市場が出現する（10% の普及率は低く考えすぎで、容易に 30%～50% にまで達すると考えられる。機器の売上げには、1 つの接続につき 1 つのアクセスポイントのみが含まれており、一般的のホットスポットや企業ネットワークは含まれない）。最近の動向から考えて、15% の普及率はこの期間内に確実に達成できると Goldman Sachs は確信している。普及率が 5% 増加すれば、市場規模は大きく拡大する。これに伴い、チップセット製造業者やサプライ・チェーン上のその他の製造業者や事業者

加1回につき4.95ドル)、(3)無制限(月額74.95ドル)の3つの料金プランによる加入サービスである。

AT&T、IBM、Intel も最近、合弁事業のCometa Networks 設立を発表し、2004年末を目途に2万以上のWi-Fiアクセス・ポイントをもつ全米規模のネットワーク構築を計画している。Cometa は小売市場を対象とせず、卸売りベースで個人や企業へのインターネット接続を提供する。同社の事業計画は、ホテルや店舗、レストランといった様々な所とホットスポット設置の契約を結ぶというもので、Cometa がエンド・ユーザーへの料金請求、セキュリティ、接続などを担当する。ターゲットとする顧客は、ISP のほか、都市部の市場上位50~100でセルラー・サービス、固定電話設備、DSL接続、ケーブル・モ뎀・サービスを提供する企業で、これらの企業はCometa のWi-Fiサービスをそれぞれの顧客に小売りする。Cometa は加入料を徴収し、その見返りとして、Wi-Fi ホットスポット設置各社に対し、発生したインターネット通信料を支払う。

McDonald's は米国3都市で無線インターネット・サービスの試験サービスを開始するにあたり、Cometa Networks を選んだことを発表した。マンハッタンの10店舗でセット・メニューを注文した客に1時間の無料Wi-Fi接続を最近提供し始めた。McDonald's では、2003年中にニューヨーク、シカゴ、カリフォルニアの都市(未定)の300店舗にサービスを拡大するとしている。

McDonald's 型の補完的 Wi-Fi モデルは拡大しつつあり、この市場への参入を進めるセルラー事業者にとって深刻な脅威となるかも

しない。しかし、McDonald's のファーストフード・ビジネスと補完的 Wi-Fi とは、実際には対極に位置するものだということが判明する可能性もある。McDonald's のサービス運営は、客が入ってきて出ていくサイクルが短ければ短いほどいいとされる。いすは固いプラスチックで、他の設備も、客が20分以内で出していくように仕向けることを意図してつくられている。また、McDonald's の客の大部分はノート型パソコンをドライブ・スルーに持っていくそうにないが、サイバー・カフェの常連客はそうする可能性がある。Starbucks のような店舗は、客が長居をし、何度も注文してくれることを狙っているという点で、McDonald's とはまったく異なっている。

Wi-Fi は空港だけではなく、航空機のなかにも登場しようとしている。Boeing は、主要長距離路線で Wi-Fi 接続を提供する Connexion という名の新事業を発表した。Connexion は Lufthansa、British Airways 及び SAS と共同で試験を実施している。接続速度は下りが最高 5Mbps とされている。フライト中は無線機器の使用をお控え下さいという機長のアナウンスを開きながらメールをチェックしている客がヨーロッパ路線では出てくるかもしれない。

効果的な競争のためには、プロバイダーは商品を差別化する方法を見つける必要がある。どんな機器でもネットワークにつなぐようにすれば、プロバイダーはより多くの利用者を惹きつけることができるが、同時に無線インターネットが誰にでも自由に使われてしまうというリスクがある。承認を受けた機器しか接続が許されないセルラー・ネットワークの

場合と異なり、Wi-Fi サービスは現在、サポートする端末機器をコントロールする度合いははるかに少ない。オープンな競争的な環境の中では、利用者が自分の機器が他の（もっと安いか無料の）ネットワークでも使えることから、他のプロバイダーに乗り換えるのを阻止する手ではない。自社サービスを差別化するために、事業者は、他社のネットワークとは相互接続できない端末機器を提供するか、自社のプロバイダーのネットワークに優先的につながるように設計された機器を提供する何らかの方法を見いだすことになるかもしれない。

4. 無線インターネット・サービス・プロバイダー

インターネットへの無線による接続は現在ではホットスポットだけではない。家庭やオフィスへの代替的な高速接続の提供を目指して無線インターネット・サービス・プロバイダー (Wireless Internet Service Providers : WISP) が登場し、その数は増えつつある。とくにケーブルや DSL による接続が遅れているルーラル地域では、すき間を埋めるのに、免許不要の無線周波数が最適である。

Cometa に似た形として、ワシントン DC の WISP、WiSE Technologies がある。同社は、店舗、オフィス、公共の場所、集合住宅といった第3者を対象にホットスポットの設置、運営を行う。WiSE は加入者から直接料金を徴収し、ホットスポットを利用した加入者から得た収入から第3者（カフェの所有者や地主など）にコミッショニングを支払う。

住宅向けの固定無線ブロードバンド接続を提供する企業として、SkyPilot Network Inc. が挙げられる。同社の商品の SkyPilot

NeighborNet は屋根の上に設置されたメッシュ型のネットワークで、5GHz の U-NII 帯をバックボーンとして使用する。屋根の上のノードを接続するバックボーンとして IEEE802.11a プロトコルを、ネットワーク機器との接続に IEEE 802.11b を使用する。開発段階で、商業展開を始めていないが、既存の ISP を通じてサービス販売を計画している。SkyPilot は 2000 年に設立され、2001 年 12 月に、Mobius Venture Capital、AOL Time Warner Ventures、Softbank Asia Infrastructure Fund LP、Invesco Private Capital、Selby Venture Partners、Palo Alto Investors 及び Nexit Ventures から 2,440 万ドルに及ぶ資金提供を受けた。

WISP は、2002 年に設立された Part-15.org という同業者組織をもっている。この組織は、新規および既存 WISP のための教育および支援を行う。技術的素養や経験を身につけるための WISP 専門家育成コースを開設しており、学習やネットワーキングの機会を提供する会議を年 2 回開催している。また、ウェブサイト (<http://www.part-15.org/>) には WISP の所在地検索機能を設けている。

5. キャリア・クラス機器プロバイダー

住宅利用の WLAN 機器は報道で多くの注目を浴びたが、出現しつつあるキャリア・クラス機器市場もこれに劣らず注目されることになろう。空港、Starbucks、McDonald's などの場所で多数の顧客に小売サービスを提供するのに必要とされるキャリア・クラス機器は、家庭で一般の人々によって使われる機器とはまったく異なる。キャリア向けの免許不要の機器を開発・販売している会社の多くは新興企業である。そのため、資金調達

手段が限られたり、財務的に健全な顧客が不足していたりといったドットコム崩壊にみられる問題がつきまとう可能性がある。以下にこれらの企業をいくつか取り上げる。

ArrayComm はアダプティブ空間処理アンテナを使用する技術を開発しており、その 1 部門の IntelliCell Products Group は無線システム OEMs に対してこの技術の開発及びライセンス供与を行っている。同社のアンテナは、他の利用者との混信を避けながら各ヘビーユーザーに向けた電波放射を行うことに焦点を合わせた設計になっており、この革新的な技術は、独自の空中チャンネルを設けることによって、無線周波数の効率的利用及び再利用を可能にしている。

Flarion は、他の Wi-Fi 搭載の LAN への接続を可能にする広域ネットワーク商品及び機器ベースの技術を提供している。同社の主要インフラ商品である RadioRouter と呼ばれる基地局は、主要キャリアの既存セル・サイトに重複して設置され、IP ネットワークにおけるスタンダード・ルーターへのインターフェースを提供する。また、利用者は、Flarion がノート型パソコン及び PDA 用に提供している PCMCIA モデムを使用して、Flarion の基地局を介して IP ネットワークに接続できる。同社はまた、OEMs へのチップセット販売とライセンス供与を計画している。

Malibu Networks は、サービス・プロバイダーへの無線ブロードバンド・システムを提供する。最近、2.4GHz 帯及び 5GHz 帯での P to MP サービス提供のための Malibu AirMAX System と呼ばれる製品を導入した。Malibu は AirMAX を、アジア、インド、南米、アフリカといった発展途上市場に重点を

おいている、様々な付加価値再販業者、代理店、ネットワーク・システム統合業者を通じて販売する。また、北米の多数の代理店を通じて、有線技術によるブロードバンド接続のコストが高く、提供が難しいルーラル地域、AirMAX 製品群を販売する。

MeshNetworks は、無線 LAN、固定及び移動の無線ブロードバンド・ネットワーク、遠隔測定のための技術を提供している。同社のネットワーク・インフラは鉄塔が不要で、街灯、掲示板、建物に装備できることが利点とされている。これらのシステムは IP ベース、ピア・ツー・ピア、アドホックのネットワークである。MeshLAN 製品は IEEE802.11b プロトコルを使用しており、同社によれば、ルーティング技術は IEEE802.11a、IEEE802.11g、UWB、WCDMA、OFDM で使用可能とされている。MeshNetworks は、2000 年 1 月に設立され、個人投資家から 2,700 万ドルを超える資金を調達した。

Vivato はインフラ製造業者で、企業やネットワーク・サービス・プロバイダー向けの「Wi-Fi 交換機」と呼ばれる商品を PacketSteering のブランド名で販売している。同社の Wi-Fi 交換機はイーサーネットの交換アーキテクチャに類似した、バス・ネットワーク・アーキテクチャを使用している。フェーズド・アレイ無線アンテナにより指向性の強い、ナロー・ビーム Wi-Fi 伝送が可能である。Vivato は Leapfrog Ventures から 250 万ドルの発掘型ファンドを得て 2000 年 12 月に設立され、2002 年 3 月に 2,000 万ドル、6 月に 300 万ドルの追加資金を様々な投資家、投資銀行から得ている。

3. アプリケーションと利用

RFID システムの有効範囲は 2~3 フィート (50cm~1m) に限定されているが、工場内などで特定のアプリケーションでは数フィートのものもある。RFID タグと読み取り装置とは接触しないため、摩耗は少なく、維持や取替のコストは少なくなる。タグは 1 枚 30 セント足らずとまだ比較的高く、約 1 セントのバーコードよりもはるかに高額である。しかし、5 セントのタグが出はじめており、最終的には 1 セント以下になる可能性がある。

RFID 技術の興味深いアプリケーションの一つとして、ひげそり製品の製造業者の Gillette、小売業者の Wal-Mart、英スーパー マーケット・チェーンの Tesco が計画している在庫管理を目的とする RFID 読取り装置を装備した特別設計の棚の実験がある。これらの棚に置かれた Gillette 製品の 1 つ 1 つには 15 セント程度の安価な RFID チップが取り付けられている。在庫が少なくなると、棚のスキーナーが在庫管理担当者に自動的に報告する。自動的に再発注を行うシステムにし、一定量の在庫を確保することも可能である。Procter & Gamble は一部の製品について同様の実験

を検討している。このような試みが成功すれば、買い物客が買いたい物を全部ショッピング・カートに積んで、レジを通らずに店から出でいく日がくるかもしれない。RFID 読取り装置を装備したショッピング・カートが購入品を追跡して、買い物客のクレジットカードを読み取り、処理を完了するということが全部、人手を介さずにできるようになる。

4. 製造業者

RFID システムの大手製造業者として HID Corporation がある。同社の広範な製品ラインの中には、電子ロック、生物測定読み取り装置、アラームなどアプリケーションのためのシステムに加え、特別なアプリケーションである危険な場所及びキーパッド読み取り装置、安全なパソコンのログオン、ネットワーク・セキュリティ、オフライン・システムのアクセス制御がある。オランダの Philips Semiconductors は、RFID やその他の免許不要の無線機器で使われるチップを製造している大手製造業者である。Philips は、2001 年第 3 四半期に前年同期比 8% の収入増を果たしたが、第 2 四半期に比べ 12% の収入減となっている。

IV. 規制問題

本章は、FCC の電波政策の現代化に向けた取組みについて論じ、免許不要の機器への影響を考察する。その際、免許不要の機器が直面する可能性がある規制問題をいくつか挙げ、電波政策タスク・フォースによる免許不要の機器に関する勧告の適用可能性を検討する。また提案されている規制変更がもたらす予期せぬ結果をいくつか示している。前章までに

示した所見や予測を踏まえて、新技術が既存の政策に及ぼす影響について、また電波の一層効率的な利用を促すためのインセンティブを提供する方法について検討する。ここにおいて提起されている問題の解決は、本稿の及ぶところではない。その多くは将来的な研究の対象となるであろう。本稿は、そのような研究の意義に関するコメントを歓迎する。

3. アプリケーションと利用

RFID システムの有効範囲は 2~3 フィート (50cm~1m) に限定されているが、工場内などでの特定のアプリケーションでは数フィートのものもある。RFID タグと読取装置とは接触しないため、摩滅は少なく、維持や取替のコストは少なくなる。タグは 1 枚 30 セント足らずとまだ比較的高く、約 1 セントのバーコードよりもはるかに高額である。しかし、5 セントのタグが出はじめており、最終的には 1 セント以下になる可能性がある。

RFID 技術の興味深いアプリケーションの一つとして、ひげそり製品の製造業者の Gillette、小売業者の Wal-Mart、英スーパー・マーケット・チェーンの Tesco が計画している在庫管理を目的とする RFID 読取装置を装備した特別設計の棚の実験がある。これらの棚に置かれた Gillette 製品の 1 つ 1 つには 15 セント程度の安価な RFID チップが取り付けられている。在庫が少なくなると、棚のスキャナーが在庫管理担当者に自動的に報告する。自動的に再発注を行うシステムにし、一定量の在庫を確保することも可能である。Procter & Gamble は一部の製品について同様の実験

を検討している。このような試みが成功すれば、買い物客が買いたい物を全部ショッピング・カートに積んで、レジを通らずに店から出していく日がくるかもしれない。RFID 読取装置を装備したショッピング・カートが購入品を追跡して、買い物客のクレジットカードを読み取り、処理を完了するということが全部、人手を介さずにできるようになる。

4. 製造業者

RFID システムの大手製造業者として HID Corporation がある。同社の広範な製品ラインの中には、電子ロック、生物測定読取装置、アラームなどアプリケーションのためのシステムに加え、特別なアプリケーションである危険な場所及びキーパッド読取装置、安全なパソコンのログオン、ネットワーク・セキュリティ、オフライン・システムのアクセス制御がある。オランダの Philips Semiconductors は、RFID やその他の免許不要の無線機器で使われるチップを製造している大手製造業者である。Philips は、2001 年第 3 四半期に前年同期比 8% の収入増を果たしたが、第 2 四半期に比べ 12% の収入減となっている。

IV. 規制問題

本章は、FCC の電波政策の現代化に向けた取組みについて論じ、免許不要の機器への影響を考察する。その際、免許不要の機器が直面する可能性がある規制問題をいくつか挙げ、電波政策タスク・フォースによる免許不要の機器に関する勧告の適用可能性を検討する。また提案されている規制変更がもたらす予期せぬ結果をいくつか示している。前章までに

示した所見や予測を踏まえて、新技術が既存の政策に及ぼす影響について、また電波の一層効率的な利用を促すためのインセンティブを提供する方法について検討する。ここにおいて提起されている問題の解決は、本稿の及ぶところではない。その多くは将来的な研究の対象となるであろう。本稿は、そのような研究の意義に関するコメントを歓迎する。

Experimental Licensing Working Group : UEWG) は、免許不要の運用に提供される無線周波数の数量はどれくらいが最適であるかを推測するのは、現在のところ現実的ではないと判断している。しかし、無線周波数の増加は必要であることは明らかである。

電波政策タスク・フォースは、追加的な無線周波数が免許不要の利用のために取っておかれるべきかについて、業界に意見を求める。電波規制のいくつかの問題に関するコメントを求める 2002 年 7 月の告示に対する回答として、200 以上のコメントが寄せられた。寄せられたコメントは一様に、追加的な免許不要の無線周波数の分配に対する支持を表明していた。例えば Microsoft は FCC に対して、2GHz より低い周波数及び 5GHz の周波数を、免許不要のプロードバンド利用に追加して分配することを要請した。そのような周波数は、ケーブル及び DSL サービスを補うために利用できる上、米国において競争的な無線プロードバンド・ネットワークの構築を「活性化」(jump-start) させるものであると、同社は主張している。Cingular, Cisco Systems, Inc., the Consumer Federation of America, Ericsson, Information Technology Industry Council, Motorola, Proxim, Rural Telecommunications Group, Wireless Ethernet Compatibility Alliance なども同様に、追加的な免許不要の無線周波数に対する支持を表明している。New America Foundation, Consumers Union などは共同の回答コメントの中で、追加的な周波数帯を免許不要の利用に分配することに対しては、とりわけ無線プロードバンド・ネットワークの促進のために極めて大きな支持があると述べている。

告示への返答として寄せられたこれらのコメントによると、免許不要の運用は新しい技術の迅速な導入に成功しており、また免許不要の機器を運用できる帯域を追加することにより、そのような機会はさらに多く作り出されると一般に考えられている。しかし FCC がどのようにそのような免許不要帯域を作り出すべきか、また他の無線周波数に対する要求と比較してどのような優先権を与えられるべきかについての具体的な勧告は全般的に欠如していた。

既存利用者の再配置は、免許不要の利用に提供する周波数を増やすためには不可欠である。これ以上は作れないという不動産についてしばしば言われる言葉は周波数についても当てはまる。FCC は、免許不要の利用に提供する無線周波数を増やすためには、現在利用されている周波数帯の利用者のさらなる再配置を要求することによって周波数不足を解消しなければならないだろう。FCC はその後、新たに空けられた周波数帯の運用基準を規定する必要がある。そのような基準は、最大許容帯域幅及び最大出力の設定と同じように簡単であり得る。あるいは、FCC 又は FCC 指定の周波数コーディネーターが、周波数への公平なアクセスを確保するため、より細かい無線周波数の共用の作法 (etiquette) をつくり出すこともできる。

電波政策タスク・フォースは 2002 年 11 月 15 日の最終報告書において同様の結論を出している。この報告書は具体的には、免許不要の機器のために無線周波数へのアクセス機会を、FCC は次の方法で増やすべきであると提言している。(1) 既存のサービスに占有さ

Experimental Licensing Working Group : UEWG) は、免許不要の運用に提供される無線周波数の数量はどれくらいが最適であるかを推測するのは、現在のところ現実的ではないと判断している。しかし、無線周波数の増加は必要であることは明らかである。

電波政策タスク・フォースは、追加的な無線周波数が免許不要の利用のために取っておかれるべきかについて、業界に意見を求めた。電波規制のいくつかの問題に関するコメントを求める 2002 年 7 月の告示に対する回答として、200 以上のコメントが寄せられた。寄せられたコメントは一様に、追加的な免許不要の無線周波数の分配に対する支持を表明していた。例えば Microsoft は FCC に対して、2GHz より低い周波数及び 5GHz の周波数を、免許不要のプロードバンド利用に追加して分配することを要請した。そのような周波数は、ケーブル及び DSL サービスを補うために利用できる上、米国において競争的な無線プロードバンド・ネットワークの構築を「活性化」

(jump·start) せるものであると、同社は主張している。Cingular, Cisco Systems, Inc., the Consumer Federation of America, Ericsson, Information Technology Industry Council, Motorola, Proxim, Rural Telecommunications Group, Wireless Ethernet Compatibility Alliance なども同様に、追加的な免許不要の無線周波数に対する支持を表明している。New America Foundation, Consumers Union などは共同の回答コメントの中で、追加的な周波数帯を免許不要の利用に分配することに対しては、とりわけ無線プロードバンド・ネットワークの促進のために極めて大きな支持があると述べている。

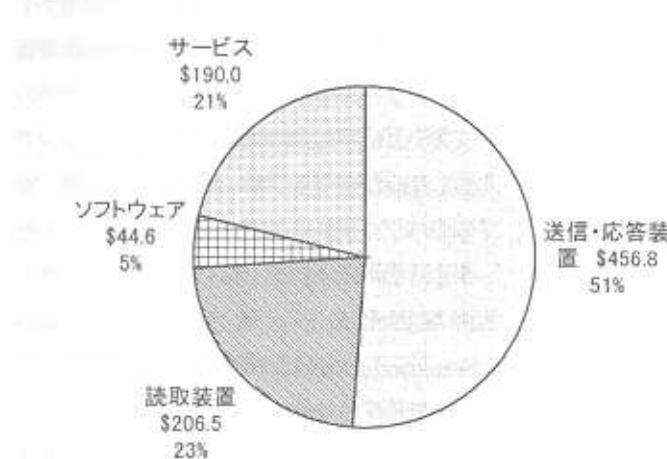
告示への返答として寄せられたこれらのコメントによると、免許不要の運用は新しい技術の迅速な導入に成功しており、また免許不要の機器を運用できる帯域を追加することにより、そのような機会はさらに多く作り出されると一般に考えられている。しかし FCC がどのようにそのような免許不要帯域を作り出すべきか、また他の無線周波数に対する要求と比較してどのような優先権を与えられるべきかについての具体的な勧告は全般的に欠如していた。

既存利用者の再配置は、免許不要の利用に提供する周波数を増やすためには不可欠である。これ以上は作れないという不動産についてしばしば言われる言葉は周波数についても当てはまる。FCC は、免許不要の利用に提供する無線周波数を増やすためには、現在利用されている周波数帯の利用者のさらなる再配置を要求することによって周波数不足を解消しなければならないだろう。FCC はその後、新たに空けられた周波数帯の運用基準を規定する必要がある。そのような基準は、最大許容帯域幅及び最大出力の設定と同じように簡単であり得る。あるいは、FCC 又は FCC 指定の周波数コーディネーターが、周波数への公平なアクセスを確保するため、より細かい無線周波数の共用の作法 (etiquette) をつくり出すこともできる。

電波政策タスク・フォースは 2002 年 11 月 15 日の最終報告書において同様の結論を出している。この報告書は具体的には、免許不要の機器のために無線周波数へのアクセス機会を、FCC は次の方法で増やすべきであると提言している。(1)既存のサービスに占有さ

- ・動物追跡
- ・資産管理
- ・販売時点管理アプリケーション
- ・商品のバーコード代替
- ・支払い方法
- ・サプライ・チェーン・マネジメント
- ・輸送アプリケーション
- ・通貨の偽造防止
- ・文書保護
- ・高価品のブランド保護
- ・タイヤ
- ・スポーツ計測
- ・顧客識別及びマーケティング
- ・IDカード
- ・有料道路
- ・医療情報

[図表 13] 2000 年の RFID システムの世界出荷額（百万ドル）



出所 : VDC

多くの店舗で商品に RFID タグが取り付けられ、盗難防止システムの一環として使われている。これは年ごとに増えている在庫紛失への小売業者の取組みを助けている。これらの紛失額は 2002 年で 313 億ドルに達している。タグが小売業者にとって即座に目に見える費用削減をもたらし、また廃棄可能なタグが増えていることから、RFID 製造業者にとっては安定した収入源となっている。RFID にはバーコードに比べて明らかな利点がある。

バーコード・ラベルは耐久性がなく、RFID タグのような風雨に耐えるものではない。さらに、RFID タグは最高 64 倍もの情報を蓄えられ、また、読み取り／書き込みが可能である。バーコードにはせいぜい識別番号しか入らず、読み取り装置の真下におかなければならず、これ以外の重要な情報は外部のデータベースやサーバーから引き出さなければならぬ。

A. 概要

第II章第B節第2項は、FCCがその権限内で電波政策を見直し、改善し、現代化するというFCCの現在のイニシアティブを概説している。2002年6月に結成されたFCCの電波政策タスク・フォースは、電波政策を批判的に見直したのであり、現代化に関するその主要な勧告は、FCCはその電波規制を、現在のコマンド&コントロール型アプローチから、より柔軟性のある市場主導型アプローチに移行させるべきだとするものであった。この見直しは、電波利用の大部分を占める免許を受けるサービスに主として焦点を当てているが、一方で免許不要の機器の規制に関する分析も示している。免許不要の機器は、電波の重要な利用法として足場を固めているのであり、既述のように、免許不要機器の市場、とりわけコンピュータ・ネットワークに関連する市場は成功している。

新しい技術的ソリューションの適合と周波数分配を改善する必要があります高まっている。無線接続需要の広がりに対応するために、利用されていない周波数や、利用されている周波数にさえ移行する必要が出てくるようになると、一部の専門家は予測している。将来における免許不要の運用の成功は、FCCがそのような移行をどのように扱うかにある程度左右される。潜在的なソリューションには、例えば、より効率的な利用を促進するために既存の業務規則を修正すること、免許を受けた既存の業務に現在分配されている周波数帯において免許不要の機器がアンダーレイとして運用されることを認めること、及び、免許不要の運用への無線周波数の分配を増やすことが含まれる。なぜなら、独占的な利用を認

めるFCCの免許付与構造が、利用可能な無線周波数の非効率的な利用を招いていると言えるからである。ある特定の利用のために周波数帯は確保されているのであるが、その周波数帯のすべてのチャンネルが免許を受けている、又は、ある地域で利用されるとは限らないことは指摘されるべきである。例えばテレビジョン放送及びラジオ放送に利用可能な周波数がすべて同時に占有されることは決してない。

タスク・フォースは、免許不要の機器が利用者及び世界経済に巨大な利益をもたらし続けると見ている。しかし、この急速な成長により、これらの機器が最大の可能性を引き出すためにはどのような規制がなされるべきかという問題が持ち上がる。競合する需要があるため、すべての免許を受けたサービス及び免許不要のサービスの価値を最大限にするためには、入念な計画及び監理が必要である。

B. 免許不要の機器の干渉問題

あらゆる電波問題の中心には干渉の問題がある。機器間のある程度の干渉は許容される。しかし、許容限度を超えた干渉は有害であると判断されるのであり、局地的に修正可能でない場合には、外部からのある種の介入が必要かもしれない。タスク・フォースは、この境界線の構築を進めることは、免許不要の機器に有利に働くと見ている。

あるサービスにおいて許容し難い干渉でも、他のサービスにおいては許容できるものである可能性がある。干渉は基本的に、自らを守らなければならない利用者には負担を負わせるが、低費用の免許不要の機器から見ると、干渉によって負わされる負担はささいなもの

費用はすなわち、無線周波数というこの価値ある資源の同時利用が可能な者は他に存在したとしても少数であることである。

この現象を認識した電波政策タスク・フォースは、受信機が運用されることになるノイズ環境に閾値を設けることにより電波監理を可能にする、「干渉温度」測定法の開発についてコメントを求めた。この「干渉温度」又は「ノイズ温度」という概念は、特定の周波数帯のバックグラウンド発射であると考えられる。その周波数帯の中で機能しているあらゆる機器による電磁波汚染を測定するための手段である。ある一定の閾値に達すると、免許を受けた利用者は干渉を受けるようになる。干渉温度が、干渉の可能性がある電波発射の上限となることで、より多くの機器が同じ周波数帯を共用できるようになると考えられる。新しい受信機については、閾値は引き上げられると予想される。干渉温度測定法は、既存の受信機の最低許容レベルを引き上げることにより、製造業者が関連する周波数帯の一層効率的な利用を実現することを、実質的に促すことになるのである。

FCC が干渉温度を導入するならば、干渉温度は、ある程度の「知性」が内蔵されている無線通信機器の利用によって補完され得るだろう。例えば免許不要の機器は、利用されていない又はあまり利用されていない無線周波数を特定して電力レベルを調節する、又は電波エネルギーを周波数帯内に発射する前にリアルタイムで独占的送出権を要求することが可能な機敏でインテリジェントな無線通信機器を採用するかもしれない。このようにして、あらゆる地域のあらゆる送出周波数帯の干渉温度は、電波利用者によって動的に自主

規制され得る。しかしこの考え方にも反対する者がいる。免許不要の機器から得られる利益の大部分は、安価で小さく、特定の利用のために設計されていることから生じているのであり、そのようなスマート・テクノロジーを内蔵するためには相当の費用の増加が予想されることから、消費者を惹きつける魅力が少なくなると言える。スマート無線モデルに認められるもう1つの弱点として、機器の電子技術がいわゆる電波の「空白地帯」を探すのに費やす時間に電力を大きく減らさなければならない、又は周波数を度々変更しなければならないため、その信号は近くにある他のスマート受信機により検知されない可能性が挙げられる。

以上の点を考慮し、干渉温度という概念の導入は慎重に扱われなければならない。電波政策タスク・フォースは、干渉温度の実現可能性の検討には、時間と費用がかかるということを認めている。しかし、その実現によつてもたらされる利益は、その努力に値するものであるとも考えている。

2. 無線周波数ソリューション

無線周波数に対する関心が広がり、競合する利用が増加すると、免許不要の機器が無線周波数を効率的に共用する能力は、いずれ使い果たされてしまうのではないかという懸念がある。最終的に免許不要の無線周波数を増やすかどうかの問題は、免許を受けた電波利用に無線周波数を分配した場合と比較して社会的限界便益を見ることで決まるだろう。

FCC は既にこの問題に取りかかっている。電波政策タスク・フォースの小委員会である免許不要の機器及び実験的免許付与ワーキング・グループ (Unlicensed Devices and

れている無線周波数に対し、免許不要の利用を認める。(2)免許不要の機器が既存サービスの信号をアンダーレイできるようにするため、干渉温度の概念を用いる。(3)周波数帯を空けることにより新たな「免許不要の周波数帯」を作り出す。しかし再配置は、新しい周波数帯を全面的に空けることを必ずしも必要としない。FCCは、オーバーレイ認可を通して、追加的な無線周波数を免許不要の利用に分配することができる。この計画の下で FCCは、既存利用者と免許不要の機器との間での周波数共用を調整するための技術規則を規定することができる。また免許人は、免許不要の運用者を含む関係団体に対して、割り当てられた無線周波数の一部の利用についてアクセス料金を課すことを許される。

最終的には、より多くの免許不要の無線周波数を利用可能にすることは、議会の役割で

あるかもしれない。2003年1月14日に上院議員のGeorge Allen氏とBarbara Boxer氏は「プロードバンド活性化法」(Jumpstart Broadband Act)と題する法案を提出した。この法案が通れば、FCCは、プロードバンド接続利用のため、免許不要の機器に5GHz帯の無線周波数を連続的に少なくとも255MHz追加分配することを命じられる。またFCCは、免許不要の機器間での干渉及び、その周波数帯における国防総省システムとの干渉を最小限にするための規則を設けることを命じられる。この法案の下でNTIAは、そのような免許不要の利用が既存の連邦政府機関の利用者をアンダーレイできるよう、干渉防止策を確立することを求められる。それにより連邦政府機関の利用者はそれらの周波数帯を引き続き利用することを可能になる。

証を発行している。この認証発行数は、1993年から1997年までの5年間における4,998

と比較して、150%以上の増加である。

[図表2] 「FCC規則」第15部規定の無線機器の認証件数（1993年～2002年）

年	一般の免許不要機器 (第15部C)	免許不要PCS (第15部D)	U-NII (第15部E)	UWB (第15部F)	認証件数 合計
1993	706				706
1994	914				914
1995	967				967
1996	1,149	7			1,156
1997	1,244	10	1		1,255
1998	1,128	7	4		1,139
1999	1,188	8	9		1,205
2000	1,477	13	11		1,501
2001	1,664	2	45		1,711
2002	2,286	0	103	9	2,398
累積合計	12,723	47	173	9	12,952

注：これらの数値は新しい機器の認証及び認証済み機器の変更の双方を含む。

圧倒的多数が新規の機器である。

一般的低出力無線機器及びスペクトル拡散機器の合計認証件数が12,723件であるのに比べて、U-PCS及びU-NIIの合計認証件数が220件にとどまっていることは、一見すると、関心に値しないように見える。しかしこの統計では見えない部分がある。「一般の免許不要機器」の区分における主要な成長分野はスペクトル拡散であるが、その需要は当初伸び悩んでいた。FCCは1985年に初めて、「FCC規則」第15部に規定される無線機器の中でスペクトル拡散技術の利用を認可したが、1990年までの認証件数は年間12件にとどまっていた。しかし、より多くのデータを安く無線で送信する必要性が増大するにつれて、製造業者はそのソリューションとしてスペクトル拡散に目を向けた。主としてコンピュータ・ネットワーク・アプリケーションに触発され、スペクトル拡散機器の開発に拍車がかかった。[図表3]に見られるように、スペク

トル拡散機器の認証件数は1998年まで緩やかに上昇して236件になり、2001年には537件に飛躍した。2002年には、FCCは928件の認証を発行した。

同じように、U-NII認証件数も増加しており、その重要性も大きくなっていると考えられる。[図表4]に示されているように、U-NII機器の認証件数は1996年以来、年間7件から103件に増えている。1997年から2002年までの年間平均成長率は17%である。この成長率はスペクトル拡散機器の現在の成長に匹敵し、この機器の当初5年間の成長率を大きく上回っている。

U-PCSの認証件数の伸びは間欠的な形態を特徴としている。多くの観察者たちは、U-PCS機器が新しいコードレス電話、無線LAN及びその他の短距離通信機器から構成されるものと考えていた。U-PCS機器の認証件数は2000年に頂点に達し、それ以降は落

きるようになる。

なお、Bluetooth SIG は、Bluetooth 製品の開発とマーケティングを推進する業界団体である。そのメンバーには、3Com、Agere、Ericsson、IBM、Intel、Microsoft、Motorola、Nokia、Toshiba 及びそのほか数百社が含まれる。メンバーは、Bluetooth 認定製品リストに記載されている特定の製品の Bluetooth 無線技術を、無償で使用できる権利を与えられる。Bluetooth 認定団体は、リストに製品を載せる許可を与える。認定製品リストには現在 756 の最終製品、サブシステム、部品及び開発ツールが載せられている。

c. HomeRF

HomeRF は、様々な機器が家庭内や小さなオフィス内で、音声、データ又はストリーミング・メディアを通して通信できるようにするオープン・スタンダードとして設計された。HomeRF は、約 150 フィート（約 50m）の範囲内でビット・レートが最大 10Mbps という IEEE 802.11b 製品に匹敵する性能を持っている。2003 年 1 月に発表された HomeRF

協会の活動停止以前には、2003 年にビット・レートが 20Mbps に引き上げられ、最終的には 100Mbps も可能と期待されていた。

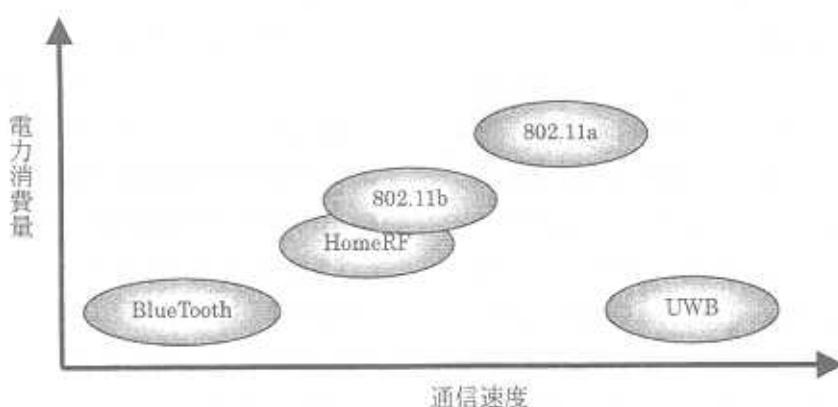
d. HomePlug

BPL は現在、一部の世帯でコンピュータ接続のために利用されている。BPL 機器は、家庭の電力線に電波エネルギーを合わせることにより、電力線を通信媒体としても機能させ、高速通信機能を提供する。大部分の家庭は各部屋に複数のコンセントがあるため、ほとどの場所においても複数の機器を容易に接続できる。電力線ネットワークの構想は何年も前からあるが、HomePlug や Current Technologies などの市場への新規参入者が、この技術に対する新たな関心を呼び起こすものと期待されている。

e. 規格間比較

各規格は独自の利点と限界を持っている。例えば 1 つのトレードオフは、電力消費量と通信速度との関係である（[図表 8] 参照）。その他の大きな違いとしては、費用と有効範囲が挙げられる。

[図表 8] 無線ネットワーク・プロトコルに関する通信速度と電力消費量との関係



出所：FCC

場合と異なり、Wi-Fi サービスは現在、サポートする端末機器をコントロールする度合いははるかに少ない。オープンな競争的な環境の中では、利用者が自分の機器が他の（もつと安いか無料の）ネットワークでも使えることから、他のプロバイダーに乗り換えるのを阻止する手だてはない。自社サービスを差別化するために、事業者は、他社のネットワークとは相互接続できない端末機器を提供するか、自社のプロバイダーのネットワークに優先的につながるように設計された機器を提供する何らかの方法を見いだすことになるかもしれない。

4. 無線インターネット・サービス・プロバイダー

インターネットへの無線による接続は現在ではホットスポットだけではない。家庭やオフィスへの代替的な高速接続の提供を目指して無線インターネット・サービス・プロバイダー (Wireless Internet Service Providers : WISP) が登場し、その数は増えつつある。とくにケーブルや DSL による接続が遅れているルーラル地域では、すき間を埋めるのに、免許不要の無線周波数が最適である。

Cometa に似た形として、ワシントン DC の WISP、WiSE Technologies がある。同社は、店舗、オフィス、公共の場所、集合住宅といった第3者を対象にホットスポットの設置、運営を行う。WiSE は加入者から直接料金を徴収し、ホットスポットを利用した加入者から得た収入から第3者（カフェの所有者や地主など）にコミッションを支払う。

住宅向けの固定無線ブロードバンド接続を提供する企業として、SkyPilot Network Inc. が挙げられる。同社の商品の SkyPilot

NeighborNet は屋根の上に設置されたメッシュ型のネットワークで、5GHz の U-NII 帯をバックボーンとして使用する。屋根の上のノードを接続するバックボーンとして IEEE802.11a プロトコルを、ネットワーク機器との接続に IEEE 802.11b を使用する。開発段階で、商業展開を始めていないが、既存の ISP を通じてサービス販売を計画している。SkyPilot は 2000 年に設立され、2001 年 12 月に、Mobius Venture Capital、AOL Time Warner Ventures、Softbank Asia Infrastructure Fund L.P.、Invesco Private Capital、Selby Venture Partners、Palo Alto Investors 及び Nexit Ventures から 2,440 万ドルに及ぶ資金提供を受けた。

WISP は、2002 年に設立された Part-15.org という同業者組織をもっている。この組織は、新規および既存 WISP のための教育および支援を行う。技術的素養や経験を身につけるための WISP 専門家育成コースを開設しており、学習やネットワーキングの機会を提供する会議を年 2 回開催している。また、ウェブサイト (<http://www.part-15.org/>) には WISP の所在地検索機能を設けている。

5. キャリア・クラス機器プロバイダー

住宅利用の WLAN 機器は報道で多くの注目を浴びたが、出現しつつあるキャリア・クラス機器市場もこれに劣らず注目されることになろう。空港、Starbucks、McDonald's などの場所で多数の顧客に小売サービスを提供するのに必要とされるキャリア・クラス機器は、家庭で一般の人々によって使われる機器とはまったく異なる。キャリア向けの免許不要の機器を開発・販売している会社の多くは新興企業である。そのため、資金調達

D. RFID

RFID システムはロジスティックス分野で様々な監視や追跡アプリケーションに利用されており、これを利用する企業に多大な恩恵をもたらしている。RFID 製品の総出荷額は 2000 年に 9 億ドル近くに達している。

1. 標準化

これまで標準化が行われていなかったことが RFID システムの成長の可能性を阻んできたが、2000 年 5 月に、国際標準化機構 (International Standards Organization : ISO) が 13.56MHz 帯で運用される非接触型カード及び RFID ラベルについて ISO/IEC 15693-2 規格を定めた。Texas Instruments と Philips Semiconductor が支援するこの規格は、RFID タグとその読み取り装置とのデータ交換に関するものである。そのほか以下のような既存及び進行中の RFID 規格がある。

- ・ ISO 11784/11785 (動物認証 RFID 規格)
- ・ ISO ANSI/NCITS T6 256-1999 (品目管理 RFID 規格)
- ・ ISO/IEC 15693-2 (13.56MHz Vicinity Cards 及び Smart Labels RFID 規格)
- ・ ISO 18000 標準シリーズ (エア・インターフェース・プロトコル)
- ・ GTAG (進行中の R F I D グローバル・タグ・イニシアチブ)
- ・ CPMA (Consumer Products Manufacturers Association) Consumer Good ID Proposal (進行中の RFID 標準イニシアチブ)
- ・ MIT Auto-ID Center による進行中の RFID 規格イニシアチブ

無線周波数は世界中で非常に多くの異なる機関によって割り当てられ、規制されている

ため、ISO のような標準化機関が RFID アプリケーション向けの規格を公表する。これらの規格は同じ周波数を使用する技術間の調和をはかり、様々な製造業者による機器にわたって安全な認証情報の読み出しを確保するのを助ける。標準化機関はまた、RFID 製造業者などとも共同して、個々のアプリケーションが備えなければならない範囲や強度といった属性に応じて特定の周波数を選択する。例えば、Auto-ID センターは産業界と学界の非営利の協力組織で、RFID タグを通じて世界的に物品を追跡するためのインターネットのようなインフラ開発を目指している。一般的ではない規格を使用している企業は短期的問題に直面するかもしれないが、最近の規格採用の拡大に伴い、この業界は成長の兆しを見せている。

2. 製品及び売上

世界中の小売市場で一般的になりつつある RFID システムを供給しているのは、HID Corporation (Siemens の旧子会社)、Texas Instruments, Philips といった市場をリードする企業である。Venture Development Corporation の推定によれば、RFID システムの出荷は、2000 年の 9 億ドルから年率約 16% の成長を遂げ、2002 年末には 12 億ドルとなり、2005 年に 27 億ドルに達するとされる。2000 年の世界市場の約 48%、4 億 2,660 万ドルを米国が占めている。この成長の大部分は従来の確立された製品ラインによってもたらされている。

典型的な RFID アプリケーションとして以下のものが挙げられる。

- ・ アクセス制御
- ・ 航空手荷物管理

3. アプリケーションと利用

RFID システムの有効範囲は 2~3 フィート (50cm~1m) に限定されているが、工場内などで特定のアプリケーションでは数フィートのものもある。RFID タグと読取装置とは接触しないため、摩滅は少なく、維持や取替のコストは少なくなる。タグは 1 枚 30 セント足らずとまだ比較的高く、約 1 セントのバーコードよりもはるかに高額である。しかし、5 セントのタグが出はじめており、最終的には 1 セント以下になる可能性がある。

RFID 技術の興味深いアプリケーションの一つとして、ひげそり製品の製造業者の Gillette、小売業者の Wal-Mart、英スーパー・マーケット・チェーンの Tesco が計画している在庫管理を目的とする RFID 読取装置を装備した特別設計の棚の実験がある。これらの棚に置かれた Gillette 製品の 1 つ 1 つには 15 セント程度の安価な RFID チップが取り付けられている。在庫が少なくなると、棚のスキーナーが在庫管理担当者に自動的に報告する。自動的に再発注を行うシステムにし、一定量の在庫を確保することも可能である。Procter & Gamble は一部の製品について同様の実験

を検討している。このような試みが成功すれば、買い物客が買いたい物を全部ショッピング・カートに積んで、レジを通らずに店から出ていく日がくるかもしれない。RFID 読取装置を装備したショッピング・カートが購入品を追跡して、買い物客のクレジットカードを読み取り、処理を完了するということが全部、人手を介さずにできるようになる。

4. 製造業者

RFID システムの大手製造業者として HID Corporation がある。同社の広範な製品ラインの中には、電子ロック、生物測定読取装置、アラームなどアプリケーションのためのシステムに加え、特別なアプリケーションである危険な場所及びキーバッド読取装置、安全なパソコンのログオン、ネットワーク・セキュリティ、オンライン・システムのアクセス制御がある。オランダの Philips Semiconductors は、RFID やその他の免許不要の無線機器で使われるチップを製造している大手製造業者である。Philips は、2001 年第 3 四半期に前年同期比 8% の収入増を果たしたが、第 2 四半期に比べ 12% の収入減となっている。

IV. 規制問題

本章は、FCC の電波政策の現代化に向けた取組みについて論じ、免許不要の機器への影響を考察する。その際、免許不要の機器が直面する可能性がある規制問題をいくつか挙げ、電波政策タスク・フォースによる免許不要の機器に関する勧告の適用可能性を検討する。また提案されている規制変更がもたらす予期せぬ結果をいくつか示している。前章までに

示した所見や予測を踏まえて、新技術が既存の政策に及ぼす影響について、また電波の一層効率的な利用を促すためのインセンティブを提供する方法について検討する。ここにおいて提起されている問題の解決は、本稿の及ぶところではない。その多くは将来的な研究の対象となるであろう。本稿は、そのような研究の意義に関するコメントを歓迎する。

である。例えば、過度の通話の受付拒否や切断を引き起こす干渉は、平均的な携帯電話利用者には許容し難いと判断されるだろうが、機器の代金をほんのわずか支払うだけで月額料金を支払わないウォーキー・トーキーの利用者はその干渉を喜んで許容するかもしれない。

もう1つ自動車を例にとって説明をする。米国の道路網はあらゆる人に開放されており誰でも利用できる。しかしすべてのドライバーが同時に道路を利用することはできないため、時には列を作り待つことが必要なドライバーも出てくる。都市など人口密度が高い地域や、ラッシュ時などには、道路網は非常に混雑してしまい、利用者は渋滞に遭うことになる。それに対して農村地帯では車の数は比較的少なく、そのため混雑もない。ドライバーは皆、ラッシュ時に都市を走る場合には交通渋滞に遭う可能性が高いことを直観的に理解する。これと同様に、免許不要の無線周波数の利用者は、人口密度の高い地域又は利用の多い時間帯における「ラッシュ時」の混雑をしぶしぶながら許容すると考えられる。

この混雑状態は、資源が不足した時にそれを制限するための、1つの経済的手段である。正式な規制／免許付与が導入される以前の無線システムにおいては、電波システムはそのような干渉や混雑を許容できなかった。無線周波数の制限には、参加制限及びその他の技術的規制が必要であった。今日の無線アプリケーションには、マイル（約1.6km）ではなくヤード（約90cm）単位で測られる範囲を備えるものが増加している。無線通信の範囲が狭くなるに従って、より多くの機器が、場所を問わずに影響なしに利用可能になる。利

用パターンが発展していくに従って、干渉の構成要因の一層正確な定義が必要になるだろう。定義を正確にする際に、妥協することによって、あらゆる地域のあらゆる利用者に適合できるわけではない。人口密度の高い地域では、電波利用者は有害な干渉と判断されるまでにはある程度の混雑を容認することを求められる。またその反面、混雑はルーラル地域においては問題にならないため、都市の利用者に課せられるのと同じ制限をルーラル地域の利用者に課すことは不公正である。

これにより一時的に、技術的規制の正当性が低くなるかもしれない。しかし、やがて電波利用者は不可避的にネットワークに競合する需要を持つようになり、その結果、新しい技術的解決、価格設定システム又は競合するネットワークの利用を測定するための他の手段が必要になる。FCCは長期的には、電波利用の効率を最大化し、競合する利用に分配する新しい方法を見つけると考えている。自動車の例を用いると、より小さな車、相乗り、又は有料道路と言い換えられるかもしれない。

C. 干渉の回避

1. 受信機ソリューション

現在多くのサービスの免許人は、有害な干渉を受けることなく運用する権利を認められている。そのため、これらの利用者が受信機を必要な周波数帯に存在する干渉量を許容するために必要である以上に高性能にするためのインセンティブはほとんど存在しない。理論的には、この種の受信機は安価に製造することが可能であり、免許人はより安価に購入することができる。この筋書きの中の隠れた

Experimental Licensing Working Group : UEWG) は、免許不要の運用に提供される無線周波数の数量はどれくらいが最適であるかを推測するのは、現在のところ現実的ではないと判断している。しかし、無線周波数の増加は必要であることは明らかなようである。

電波政策タスク・フォースは、追加的な無線周波数が免許不要の利用のために取っておかれるべきかについて、業界に意見を求めた。電波規制のいくつかの問題に関するコメントを求める 2002 年 7 月の告示に対する回答として、200 以上のコメントが寄せられた。寄せられたコメントは一様に、追加的な免許不要の無線周波数の分配に対する支持を表明していた。例えば Microsoft は FCC に対して、2GHz より低い周波数及び 5GHz の周波数を、免許不要のプロードバンド利用に追加して分配することを要請した。そのような周波数は、ケーブル及び DSL サービスを補うために利用できる上、米国において競争的な無線プロードバンド・ネットワークの構築を「活性化」(jump-start) せるものであると、同社は主張している。Cingular、Cisco Systems, Inc.、the Consumer Federation of America、Ericsson、Information Technology Industry Council、Motorola、Proxim、Rural Telecommunications Group、Wireless Ethernet Compatibility Alliance なども同様に、追加的な免許不要の無線周波数に対する支持を表明している。New America Foundation、Consumers Union などは共同の回答コメントの中で、追加的な周波数帯を免許不要の利用に分配することに対しては、とりわけ無線プロードバンド・ネットワークの促進のために極めて大きな支持があると述べている。

告示への返答として寄せられたこれらのコメントによると、免許不要の運用は新しい技術の迅速な導入に成功しており、また免許不要の機器を運用できる帯域を追加することにより、そのような機会はさらに多く作り出されると一般に考えられている。しかし FCC がどのようにそのような免許不要帯域を作り出すべきか、また他の無線周波数に対する要求と比較してどのような優先権を与えられるべきかについての具体的な勧告は全般的に欠如していた。

既存利用者の再配置は、免許不要の利用に提供する周波数を増やすためには不可欠である。これ以上は作れないという不動産についてしばしば言われる言葉は周波数についても当てはまる。FCC は、免許不要の利用に提供する無線周波数を増やすためには、現在利用されている周波数帯の利用者のさらなる再配置を要求することによって周波数不足を解消しなければならないだろう。FCC はその後、新たに空けられた周波数帯の運用基準を規定する必要がある。そのような基準は、最大許容帯域幅及び最大出力の設定と同じように簡単であり得る。あるいは、FCC 又は FCC 指定の周波数コーディネーターが、周波数への公平なアクセスを確保するため、より細かい無線周波数の共用の作法 (etiquette) をつくり出すこともできる。

電波政策タスク・フォースは 2002 年 11 月 15 日の最終報告書において同様の結論を出している。この報告書は具体的には、免許不要の機器のために無線周波数へのアクセス機会を、FCC は次の方法で増やすべきであると提言している。(1)既存のサービスに占有さ